

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Biologia Animal



**Movimentos de *Diplodus* sp. no interior de uma Área  
Marinha Protegida observados com recurso a marcação  
convencional e biotelemetria**

**Ana Filipa Fortuna Andrade Dias Belo**

Dissertação  
Mestrado em Ecologia Marinha

**2013**



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Biologia Animal



**Movimentos de *Diplodus* sp. no interior de uma Área  
Marinha Protegida observados com recurso a marcação  
convencional e biotelemetria**

**Ana Filipa Fortuna Andrade Dias Belo**

Dissertação

Mestrado em Ecologia Marinha

Orientada por:

Doutor Bernardo R. Quintella

Professor Doutor Pedro Raposo de Almeida

**2013**



## **Agradecimentos**

Ao Doutor Bernardo R. Quintella por ter aceite orientar esta dissertação, pela oportunidade proporcionada e constante apoio e supervisão, indispensáveis para a elaboração deste trabalho.

Ao Professor Doutor Pedro Raposo de Almeida por ter aceite orientar esta dissertação, pela disponibilidade e supervisão e pela possibilidade de participar neste projecto.

Ao Tadeu Pereira por todo o apoio e colaboração no decorrer do trabalho.

Ao Filipe, ao Pedro e à Filipa pela boa disposição e sempre simpática colaboração no trabalho de campo e ao Carlos Alexandre pela ajuda.

À minha família, ao meu Pai, Mãe e Irmã por todo o apoio, oportunidades e ensinamentos que sempre me proporcionaram ao longo da vida, incentivando-me a superar as dificuldades e incutindo-me o gosto pela Natureza e o Mar, sem os quais não seria a mesma.

À minha Tia pelo incessante apoio.

Ao Fábio pela tranquilidade e segurança que inspira.

A todos os amigos que me apoiaram ao longo da vida, em particular durante a elaboração deste trabalho, em especial à incansável Sandra, à Joana, à Marta e ao Fábio S. pela tremenda paciência e ajuda.

A todos aqueles não mencionados que contribuíram para o meu sucesso o meu sincero Obrigado!

A componente prática dos trabalhos desenvolvidos na presente dissertação, foram realizados no âmbito do projeto “PROTECT - Estudos Científicos para Proteção Marinha na Costa Alentejana” (operação n.º 31-03-05-FEP-12;[www.protect.uevora.pt](http://www.protect.uevora.pt)), e financiada pelo PROMAR – Programa Operacional de Pescas 2007-2013 e pelo Estado Português.



## Resumo

No presente trabalho foi utilizada marcação convencional e telemetria acústica para estudar os movimentos de *Diplodus* sp., espécies com elevado valor comercial, no interior da Área Marinha Protegida da Ilha do Pessegueiro, Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina.

Foram marcados 1224 exemplares, 894 sargo-legítimos (*Diplodus sargus* Linnaeus, 1758) e 330 sargo-safias (*Diplodus vulgaris* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), com marcas convencionais, tendo sido obtidas taxas de recaptura de 3,47% e 0,61%, respectivamente. A maioria dos exemplares foi recapturada nas campanhas de marcação subsequentes, com excepção de dois capturados por pescadores, um em Faro em Março de 2012, outro na zona adjacente à AMP em Julho de 2013 e 3 exemplares capturados em Outubro de 2013. Relativamente à telemetria acústica, foram marcados 19 *D. sargus*, 18 dos quais permaneceram na área de estudo durante o período em que o mesmo decorreu, apresentando elevados índices de residência.

A área de estudo foi dividida em 5 zonas, reflectindo a disposição dos receptores de telemetria e características do habitat, sendo que as zonas mais utilizadas corresponderam às zonas Exterior, Interior Protegida e Interior Exposta. Foram também identificadas zonas de passagem e permanência, e a utilização da área de estudo foi analisada com os parâmetros período do dia, período de maré, e ciclo de maré. Os resultados obtidos indicam uma elevada fidelidade espacial durante o período estival e uma utilização diferencial das várias zonas dentro da AMP, associada a alguns dos parâmetros ambientais analisados.

Neste trabalho conclui-se que a zona envolvente da Ilha do Pessegueiro é uma área importante para a ecologia das referidas espécies enquanto área de alimentação e refúgio. As medidas de protecção existentes para esta região, como a interdição à pesca lúdica e comercial, e o correcto dimensionamento da zona definida como AMP, tendo em conta a ecologia da espécie sargo-legítimo, constituem uma importante medida de conservação, contribuindo para uma gestão sustentável dos *stocks* destas espécies na Costa Alentejana.

## Palavras-Chave

Padrões de residência, PNSACV, Ilha do Pessegueiro, telemetria acústica, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, Portugal.





## Abstract

In the present work conventional tagging and acoustic telemetry were used to monitor the movements of *Diplodus* sp., within the Marine Protected Area of Pessegueiro Island, Southwest Alentejo and Vicentine Coast Natural Park.

During the course of this study, 1224 *Diplodus* sp. were captured and marked with conventional tags, of which 894 white seabreams (*Diplodus sargus* Linnaeus, 1758) and 330 two-banded seabreams (*Diplodus vulgaris* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817). The recapture rate for these species was 3,47% and 0,61%, respectively. The majority of recaptures occurred during the following marking campaign, with the exception of two individuals that were captured by recreational fisherman, one near Faro, in March 2012, and the other near the study site in July 2013, and 3 specimens captured in the last campaign in October 2013. Concerning the acoustic telemetry, 19 *D. sargus* were tagged with acoustic transmitters, 18 of which remained within the study area during the entire study period.

The study site was divided in 5 areas reflecting the receptors placement and habitat characteristics within the AMP, of which 3 were more frequently used, Exterior zone, Interior Protected zone and Interior Exposed zone. The information concerning the study site use was analyzed taking into account the dial and the tide patterns. Passageways and halts were also identified within the AMP. High site fidelity was confirmed during summer and the different zones reported distinct patterns of use that were related with some of the environmental parameters analysed.

The surrounding area of Pessegueiro Island proved to be an important refuge and feeding area for *Diplodus* sp., which indicates that the protection measures in place, such as interdiction to commercial and recreational fishing, and the proper dimensioning of the MPA in relation to the studied species ecology, are very important in order to achieve a sustainable management for these species in the Southwest Coast of Portugal.

## Keywords

Residency patterns, PNSACV, Pessegueiro Island, acoustic telemetry, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, Portugal.



# Índice

1. Introdução	1
Objectivos	8
2. Material e Métodos	9
2.1 Área de Estudo	9
2.2 Trabalho de Campo	12
2.2.1 Utilização de marcas convencionais para estudar a dinâmica populacional e movimentos de sargos ( <i>Diplodus</i> sp.) na área marinha do PNSACV	12
2.2.2 Avaliação da importância da AMP da Ilha do Pessegueiro como zona de alimentação e refúgio de <i>Diplodus sargus</i> com recurso a biotelemetria acústica	12
2.3 Análise de dados	15
3. Resultados	21
3.1 Utilização de marcas convencionais para estudar a dinâmica populacional e movimentos de sargos ( <i>Diplodus</i> sp.) na área marinha do PNSACV	21
3.2 Avaliação da importância da AMP da Ilha do Pessegueiro como zona de alimentação e refúgio de <i>Diplodus sargus</i> com recurso a biotelemetria acústica.	22
4. Discussão	49
5. Considerações finais	55
6. Referências Bibliográficas	59
Apêndice I. Procedimento Experimental da Marcação Convencional	67
Apêndice II. Procedimento Experimental da Marcação com Transmissores Acústicos	69
Apêndice III. Recapturas	71



## Lista de Tabelas

Tabela 1. Tabela resumo do tipo de processamento preliminar aplicado aos dados obtidos com recurso à telemetria acústica	15
Tabela 2. Tabela resumo dos dados relativos aos exemplares de <i>Diplodus</i> sp. marcados com etiquetas externas	21
Tabela 3. Tabela resumo das características e dados relativos às detecções dos 19 <i>D. sargus</i> marcados na AMP da Ilha do Pessegueiro	24
Tabela 4. Resultado da ANOVA factorial utilizada para analisar a influência de três parâmetros ambientais (período do dia, período da maré e ciclo da maré) e o tempo de residência no interior da AMP, relativamente à totalidade do período de amostragem	26
Tabela 5. Resultado da ANOVA factorial utilizada para analisar a influência dos factores zona e de três parâmetros ambientais (ciclo da maré, período do dia e período de maré) no tempo de residência no interior da AMP	37
Tabela 6. Tabela resumo do tempo de residência (%) mediano consoante as 3 zonas da área de estudo mais utilizadas e o período do dia	37
Tabela 7. Tabela resumo das medidas de centralidade calculadas para cada sargo, por receptor, incluindo o grau de centralidade e <i>betweenness</i>	45



## Lista de Figuras

- Figura 1. Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina com as Áreas Marinhas Protegidas definidas no âmbito de uma regulamentação da pesca lúdica aplicada especificamente a este parque natural (Portaria 143/2009). 9
- Figura 2. (a) Mapa da Área Marinha Protegida da Ilha do Pessegueiro com a localização das estações fixas de detecção e os limites da AMP. (b) Representação esquemática do sistema de poitação utilizado para colocar os VR2w nas estações fixas de recepção. Legenda: 1 – bóia rígida de plástico; 2 – cabo principal; 3 – cabo secundário; 4 – receptor de telemetria acústica VR2w; 5 e 6 – mosquetões em aço inoxidável; 7 – rede de nylon com blocos de pedra; 8 – pneu com o interior preenchido com cimento com uma armação em aço inoxidável integrada para fixação ao cabo principal. 13
- Figura 3. Mapa indicativo da distribuição dos receptores segundo as 5 áreas definidas: zona Norte (N); zona Sul (S); zona Exterior (E); zona Interior Exposta (IE) e zona Interior Protegida (IP). 17
- Figura 4. Distribuição do número de (a) *D. sargus* e (b) *D. vulgaris* capturados e recapturados por classe dimensional. 22
- Figura 5. Residência dos *D. sargus* libertados na AMP da Ilha do Pessegueiro. A tonalidade de cada barra indica a classe de tempo despendido, em percentagem relativamente ao total diário, na área de estudo. 25
- Figura 6. Caixas de bigodes correspondentes à variação do tempo de residência consoante o ciclo de maré, o período do dia e o período de maré. 27
- Figura 7. Gráficos circulares indicativos do tempo despendido, em percentagem do tempo total do estudo, por cada indivíduo na área de estudo, por hora do dia e consoante o período de maré. A escala das ordenadas (i.e, tempo de residência por hora do dia) não é igual para todos os gráficos. 27
- Figura 8. Gráfico circular indicativo do tempo despendido, em percentagem do tempo total do estudo, para a totalidade dos indivíduos na área de estudo, por hora do dia e consoante o período de maré. 31
- Figura 9. Mapas representativos da KDE, com *percent volume contours* de 50% (linhas brancas) e 95% (linhas azuis escuras), para os 18 sargos para os quais foi possível obter localizações. As áreas representadas com um azul mais intenso correspondem ao *core range*, i.e. às áreas mais utilizadas. 32
- Figura 10. Caixas de bigodes correspondentes à variação do tempo de residência consoante a zona da área de estudo, o ciclo de maré, o período do dia e o período de maré. E ( Zona Exterior), IE ( zona Interior Exposta) e IP ( zona Interior Protegida). 38
- Figura 11. Representação gráfica da análise de redes (UCINET) ilustrativa dos movimentos realizados dentro da AMP por cada sargo. Os círculos correspondem à localização de cada estação de recepção colocada, sendo que a sua dimensão reflecte a centralidade da mesma, calculada com base no grau de centralidade dos nós. A espessura dos vectores reflecte a frequência desse movimento de interligação de áreas. (a) a (r) correspondem aos diagramas dos sargos #1 a #19, com excepção do #17 devido à ausência de registos. 39
- Figura 12. Mapa das diferentes áreas identificadas com recurso à análise de redes: ● zonas de passagem; ● zonas de permanência; ● zonas mistas. 54





## 1. Introdução

A população humana depende significativamente do oceano e dos bens e serviços que dele advêm. Este fornece recursos vitais para a alimentação de milhões de pessoas que dependem de ecossistemas com interações complexas (Holmlund & Hammer, 1999). Para além de fonte de nutrientes, a indústria pesqueira é um importante sector económico que emprega 54,8 milhões de pessoas a nível mundial e está profundamente enraizada na cultura de muitas populações (FAO, 2012a). Estas funções estão positivamente relacionadas com a diversidade de espécies do ecossistema, tendo a actual perda de biodiversidade consequências sociais a nível global (Worm et al., 2006).

O crescimento demográfico a nível mundial e o desenvolvimento tecnológico têm exponenciado o impacto negativo das actividades humanas na natureza (Vitousek et al., 1997; Carr et al., 2002), alterando profundamente a abundância de espécies marinhas (Baum & Worm, 2009). Isto reflecte-se nas capturas mundiais destas espécies que têm vindo a decrescer nos últimos anos a uma taxa de 0,36 milhões de toneladas por ano, desde 1988. A sobreexploração de recursos haliêuticos é cada vez mais evidente, sendo que em 2009, cerca de 30% dos *stocks* a nível mundial encontravam-se sobreexplorados e 57% no limiar máximo da exploração sustentável (Baeta, 2009; FAO, 2012a).

Face a esta situação é necessário tomar medidas que protejam o oceano, minimizando a degradação a que se encontra sujeito e promovendo a sua recuperação. Por conseguinte, as Áreas Marinhas Protegidas (AMP) têm sido sugeridas e implementadas, cada vez mais frequentemente como metodologia apropriada na recuperação dos *stocks* de pesca e preservação da biodiversidade, combinando os objectivos da conservação e as necessidades humanas (Allison et al., 1998; Russ, 2002; Botsford et al., 2003; Chateaux & Wantiez, 2009).

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), uma AMP é qualquer área inter-tidal ou sub-tidal, em conjunto com a coluna de água, fauna, flora, valores históricos e valores culturais correspondentes, que se encontra reservada por lei ou outro mecanismo de protecção eficiente do ambiente, na área delimitada (Kelleher & Kenchington, 1992). A criação de uma AMP tem em vista a manutenção de processos ecológicos essenciais e sistemas de suporte de vida, assegurar uma utilização sustentável das espécies e dos ecossistemas e preservar a biodiversidade (Kelleher & Kenchington, 1992), sendo que a sua eficácia tem sido comprovada na recuperação da abundância e diversidade específica (García-

Rubies & Zabala, 1990; Guidetti & Sala, 2007; La Mesa et al., 2011; Horta e Costa et al., 2013). Um dos impactos que uma AMP poderá potenciar, é o chamado *Spill-over* que corresponde à exportação de larvas, recrutas ou adultos de uma AMP para as zonas envolventes, contribuindo assim para o seu repovoamento (McClanahan & Mangi, 2000; Russ, 2002). No entanto, nem todas as AMP apresentam resultados positivos relativamente ao aumento de densidade e abundância de espécies (Halpern, 2003). Torna-se por isso importante avaliar e monitorizar o seu desenvolvimento, identificando as causas associadas às alterações observadas (Botsford et al., 2009).

Para que a AMP seja bem-sucedida é necessário que uma população estável de adultos possa subsistir dentro da mesma (Kaplan et al., 2006). Desta forma a sua eficácia está directamente dependente da escala dos movimentos das espécies que pretende proteger (Kramer & Chapman, 1999; Sale et al., 2005; Chateaux & Wantiez, 2009; Alós et al., 2012). A área vital de uma espécie (*home range*) consiste na área utilizada pela mesma, nas suas actividades normais de alimentação, reprodução e cuidados parentais (Burt, 1943). Uma AMP deve incluir a totalidade ou grande parte da área vital das espécies que pretende proteger, na medida em que quanto maior for o intervalo de tempo passado fora dos limites da mesma, maior a probabilidade de captura, diminuindo assim a eficiência da AMP (Afonso et al., 2011).

Deste modo, para a gestão apropriada de uma espécie e para garantir que a protecção conferida pela AMP é eficaz, torna-se necessário compreender os movimentos, especificidade do habitat utilizado e área vital das espécies alvo. Estas informações são particularmente importantes quando as principais espécies alvo das AMP são espécies com elevado valor comercial e/ou conservacionista (Abecasis et al., 2009; Afonso et al., 2009)

Portugal, enquanto país costeiro, tem tradicionalmente uma grande ligação ao mar. Apresenta o maior consumo de peixe *per capita* da União Europeia (56,5 quilogramas), tendo uma das maiores zonas económicas exclusivas a nível mundial (Baeta & Cabral, 2005).

Toda a ligação ao mar e a dependência de recursos pesqueiros como fonte de alimento ou rendimento, tornam a existência de medidas de protecção, como a criação de uma AMP, vitais, por forma a garantir uma exploração sustentada dos *stocks*. Pelo mesmo motivo, é necessário assegurar que as medidas tomadas são adequadas ao pretendido através do estudo de todo o ecossistema, com particular destaque para as espécies mais exploradas na região.

Em Portugal, especificamente na zona Sul e em águas costeiras e pouco profundas, os esparídeos são um grupo abundante (Gomes et al., 2001; Sousa et al., 2005), com valor comercial relevante, sendo o preço médio de primeira venda de 2,30 euros para o sargo-safia ou safia, *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint Hilaire, 1817), e de 8,19 euros para o sargo-legítimo ou sargo, *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758), (DGRM, 2013). Segundo o relatório anual da FAO de 2010 foram desembarcadas em Portugal continental, em 2009, 339 toneladas de sargo-legítimo e 457 toneladas de sargo-safia (FAO, 2012b). É, no entanto, necessário ter em consideração que no referido relatório são apresentados dados de capturas referentes a todo o género *Diplodus* sp., pelo que as capturas das espécies referidas podem estar subestimadas tanto a nível nacional, como mundial.

O tamanho mínimo de captura para as espécies do género *Diplodus* sp. corresponde a 15 centímetros de comprimento (Decreto Regulamentar 43/87), sendo que no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina está adicionalmente estabelecida uma época de defeso como medida de protecção para *D. sargus* e *D. vulgaris*, que se estende de 1 de Fevereiro a 15 de Março (Portaria 115-A/2011).

O sargo-legítimo, *D. sargus*, é uma espécie bento-pelágica e demersal, altamente polimórfica (Bauchot & Hureau, 1986; Mouine et al., 2007) com 7 subespécies diferentes conhecidas, nomeadamente: *D. sargus capensis*, *D. sargus cadenati*, *D. sargus helenae*, *D. sargus kotschy*, *D. sargus lineatus*, *D. sargus ascensionis* e *D. sargus sargus*. O sargo-legítimo pertence à classe Actinopterygii, ordem Perciformes e família Sparidae (Nelson, 2006).

Distribui-se pelo Atlântico Este, desde o Golfo da Biscaia até à África do Sul, estendendo-se ainda pela costa africana até Madagáscar. Pode também ser observado nos arquipélagos da Madeira, Canárias e Cabo Verde e nos mares Mediterrâneo e Negro (Bonnet, 1969; Bauchot & Hureau, 1986; Di Franco et al., 2012).

Os indivíduos adultos de *D. sargus* procuram zonas de substrato rochoso intercalado com areia ou pradarias de fanerogâmicas, como a *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, desde águas pouco profundas até profundidades superiores a 50 metros, sendo que os indivíduos mais associados a substratos rochosos encontram-se habitualmente em melhor condição corporal (Lloret & Planes, 2003). Os juvenis são encontrados em águas pouco profundas e substrato arenoso (Harmelin-Vivien et al., 1995; Gordoia & Molí, 1997; Sala & Ballesteros, 1997; Vigliola et al., 1998; Mouine et al., 2007; La Mesa et al., 2010).

A dieta do sargo-legítimo consiste numa grande variedade de presas, sendo considerada uma espécie omnívora e oportunista (Mann & Buxton, 1992). Dentro dos itens alimentares mais frequentes encontram-se invertebrados bentónicos como os crustáceos decápodes, moluscos gastrópodes e equinodermes, mas também algas, poliquetas e cnidários, demonstrando uma grande plasticidade trófica (Rosecchi, 1985; Cejas et al., 2003; Figueiredo et al., 2005; Leitão et al., 2007).

Os esparídeos apresentam vários tipos de hermafroditismo, entre os quais hermafroditismo síncrono, sequencial e rudimentar ou gonocorismo tardio (Buxton & Garratt, 1990; Mouine et al., 2007). O sargo, em particular, apresenta hermafroditismo rudimentar, cada indivíduo detém o potencial para se desenvolver como macho ou fêmea, sendo que este estado hermafrodita não é funcional; e hermafroditismo sequencial proandrístico, indivíduos que se desenvolvem primeiro como machos e posteriormente originam fêmeas secundárias (Martínez & Villegas, 1996; Morato et al., 2003; Mouine et al., 2007; Benchalel & Kara, 2013).

Vários estudos realizados com *D. sargus* revelaram algumas diferenças entre populações, em relação ao tamanho em que ocorre a primeira maturação, sendo que nas Astúrias e no golfo da Tunísia esta ocorre aos 21 centímetros de comprimento e, respectivamente, aos 4 e 2 anos de idade (Martínez & Villegas, 1996; Mouine et al., 2007). Nos Açores a primeira maturação acontece aos 2 anos de idade com aproximadamente 17 centímetros (Morato et al., 2003). As diferenças referidas devem-se muito provavelmente às condições ambientais às quais cada população está sujeita (Duponchelle & Panfili, 1998; Mouine et al., 2007). Segundo Martínez e Villegas (1996) para os indivíduos que sofrem inversão esta ocorre com cerca de 25 centímetros de comprimento.

A duração da época reprodutiva do sargo-legítimo também apresenta variabilidade inter-populacional, facto que está associado à latitude, no sentido em que é dependente da temperatura da água (Morato et al., 2003; Benchalel & Kara, 2013). Assim, a época reprodutiva ocorre na Primavera e a época de recuperação no Verão e Outono (Martínez & Villegas, 1996; Morato et al., 2003), sendo que a menores latitudes o período reprodutivo inicia-se mais cedo e dura mais tempo (Benchalel & Kara, 2013). Em particular nos Açores (38°N) o período reprodutivo estende-se de Março a Maio (Morato et al., 2003), enquanto no Golfo da Tunísia e na Argélia (36°N) se inicia em Janeiro e acaba em Maio (Mouine et al., 2007; Benchalel & Kara, 2013). O recrutamento ocorre de Julho a Setembro (Harmelin-Vivien et al., 1995).

O tamanho máximo para *D. sargus* é de 45 centímetros e a longevidade máxima registada é de 18 anos (Bauchot & Hureau, 1986; Abecasis et al., 2008). Na costa portuguesa o sargo-legítimo apresenta taxas de crescimento mais reduzidas em Dezembro e mais elevadas em Agosto/Setembro (Abecasis et al., 2008).

O sargo-safia, *D. vulgaris*, é um importante peixe demersal com uma vasta distribuição no Oceano Atlântico. Pode ser observado desde o Golfo da Biscaia até ao Senegal, inclusivamente nos arquipélagos da Madeira, Açores e Canárias, bem como no Mar Mediterrâneo (Bonnet, 1969; Bauchot & Hureau, 1986; Gordo & Molí, 1997; Correia et al., 2011). É abundante na zona sublitoral rochosa (Bauchot & Hureau, 1986; Gordo & Molí, 1997; La Mesa et al., 2010) e também em pradarias de *P. oceanica* (Alós et al., 2012), desde águas pouco profundas até 160 metros de profundidade (Gonçalves et al., 2003).

Esta espécie é carnívora e oportunista e a sua dieta inclui uma grande variedade de presas, desde moluscos (gastrópodes e bivalves), crustáceos (decápodes, anfípodes, entre outros), poliquetas e hidróides, de acordo com a sua disponibilidade (Rosecchi, 1985; Sala & Ballesteros, 1997; Pallaoro et al., 2006), apresentando variabilidade sazonal. O tamanho dos indivíduos também influencia a escolha das presas. Durante a época reprodutiva ocorre uma diminuição na procura de alimento, também relacionada com a temperatura da água (Pallaoro et al., 2006).

Tal como outros esparídeos, no caso do sargo-safia os indivíduos com gónadas não maduras apresentam ambos os sexos, sendo que em estados mais avançados de maturação, em geral, um dos sexos apresenta-se mais desenvolvido, enquanto o outro se encontra atrofiado. Nas maiores classes dimensionais as fêmeas são predominantes, nas classes dimensionais mais pequenas ocorre uma predominância de indivíduos do sexo masculino. Este factor associado aos vestígios de gónadas masculinas encontrados em fêmeas, indica que alguns indivíduos sofreram inversão sexual associada a hermafroditismo protândrico (Buxton & Garratt, 1990; Gordo & Molí, 1997; Gonçalves & Erzini, 2000; Taieb et al., 2012), a qual ocorre quando atingem os 23,5 centímetros (Gonçalves & Erzini, 2000). O tamanho estimado em que 50% dos exemplares terão atingido a primeira maturação na costa portuguesa para o sargo-safia é de 17,2 centímetros, correspondente a 2 anos de idade (Gonçalves et al., 2003), o que apesar de ser inferior ao estimado em estudos anteriores para a nossa costa (Gonçalves & Erzini, 2000), é superior ao tamanho mínimo legal de captura para esta espécie em Portugal.

A época reprodutiva do sargo-safia ocorre no Inverno, de Dezembro a Março, iniciando-se para os machos um mês antes (Gonçalves & Erzini, 2000). No entanto, estudos posteriores indicam que esta poderá ser mais longa iniciando-se em Setembro e finalizando em Abril (Gonçalves et al., 2003). Este facto deve-se à relação existente entre o início e duração da época reprodutiva, e a variação da temperatura da água do mar à superfície e do número de horas de exposição directa à radiação solar, sendo que a época reprodutiva ocorre quando as águas se encontram mais frias (Gonçalves, 2000).

O sargo-safia apresenta uma taxa de crescimento relativamente rápida, sobretudo quando comparada com outras espécies do mesmo género como *D. sargus* (Man-Wai & Quinard, 1982; Gonçalves & Erzini, 2000; Abecasis et al., 2008). O seu tamanho máximo é de 45 centímetros (Bauchot & Hureau, 1986) e é uma espécie longeva (Abecasis et al., 2008; Dulčić et al., 2011), atingindo os 14 anos de idade (Gonçalves et al., 2003; Abecasis et al., 2008).

O conhecimento da localização espacial e temporal de um animal permite obter informação indirecta de grande importância sobre o seu comportamento, ecologia e interacções sociais. No entanto, estudar um animal no seu ambiente natural, principalmente em meio marinho, torna-se complexo (Rutz & Hays, 2009).

O método mais tradicional no estudo da distribuição espacial de uma população é o método marcação-recaptura, também denominado marcação convencional. Esta técnica consiste na marcação de um número relativamente elevado de indivíduos da população a estudar, tendo sido desenvolvidas várias técnicas de marcação (e.g. internas e externas). No entanto, para obter informação é necessária a recaptura de uma parte dos indivíduos previamente marcados e libertados (Kohler & Turner, 2001; Pittman & McAlpine, 2003). Apesar de ser uma técnica de amostragem pouco dispendiosa, tem por norma taxas de recaptura baixas, exigindo por isso a marcação de um elevado número de exemplares. A informação que fornece é também relativamente limitada no que diz respeito ao comportamento e movimentos desenvolvidos pelo animal marcado, fica-se a saber apenas que o animal percorreu uma distância mínima entre o local de captura e o ponto de recaptura, não havendo qualquer conhecimento do percurso efectuado entre os dois pontos (Kohler & Turner, 2001; Andrews et al., 2007).

Mais recentemente, o desenvolvimento da biotelemetria tem vindo a possibilitar grandes avanços no estudo de espécies *in situ*. Em particular, as inovações ocorridas a nível

da telemetria acústica permitem obter informação sobre espécies marinhas estritamente aquáticas com uma resolução muito elevada e a obtenção de um grande volume de dados (Rutz & Hays, 2009; Pita & Freire, 2011; Campbell et al., 2012). Consequentemente, o número de trabalhos publicados em que esta tecnologia foi utilizada tem aumentado nos últimos anos, sendo a sua maioria muito recente (Pita & Freire, 2011; Welsh et al., 2012). Esta metodologia é extremamente vantajosa na medida em que permite efectuar uma monitorização contínua, automática e à distância, não sendo necessário recapturar o exemplar para recuperar a informação.

Com a telemetria, é possível recolher informação que permite estimar a área vital e os padrões de movimento de um organismo no interior de uma determinada área, na qual o mesmo desenvolve grande parte ou a totalidade do seu ciclo de vida, permitindo assim obter informação vital para a gestão e conservação da espécie estudada (Jacoby et al., 2012).

A telemetria pode ser acústica, por ondas rádio, ou por satélite. A rádio-telemetria, não é utilizada no mar, uma vez que os sinais rádio não se propagam em água salgada. Por outro lado, visto que a telemetria por satélite depende de ondas rádio para transferir a informação do transmissor para o satélite, encontra-se restringida a espécies que se desloquem à superfície com regularidade. Deste modo, a telemetria acústica é a mais indicada neste caso (Hays et al., 2007; Rutz & Hays, 2009).

A telemetria acústica pode ser Activa, o que exige que o exemplar seja seguido por barco (monitorização individual) com um hidrofone/receptor (*tracking manual*); ou Passiva, dispondo receptores automáticos em posições fixas, o que permite monitorizar de forma autónoma vários indivíduos em simultâneo e por longos períodos de tempo (Heupel et al., 2004).

Esta metodologia tem sido utilizada com sucesso em diversas espécies marinhas, inclusivamente com as espécies alvo da presente dissertação, o sargo-legítimo e o sargo-safia (Abecasis et al., 2009; D'Anna et al., 2011; Alós et al., 2012; Abecasis et al., 2013).

No entanto, os elevados custos financeiros e a complexa logística associada a este tipo de trabalho em ambiente marinho limitam o número de animais marcados com transmissores, assim como a área geográfica que poderá ser coberta pelo número de receptores disponíveis (Rutz & Hays, 2009). Devido a estas condicionantes, é possível avaliar a utilização espacial com uma elevada resolução a uma escala espacial relativamente reduzida. Desta forma, caso os

indivíduos marcados se desloquem para locais mais distantes, encontrar-se-ão fora do alcance dos receptores e por isso a informação recolhida será mais limitada.

Para complementar a informação recolhida com a telemetria acústica, pode ser utilizada a marcação convencional, permitindo, deste modo, monitorizar movimentações a uma escala espacial superior, normalmente não coberta pela telemetria acústica.

A presente dissertação foi desenvolvida tendo como instituição de acolhimento o Centro de Oceanografia (CO), e no âmbito do projecto intitulado “PROTECT - Estudos Científicos para Protecção Marinha na Costa Alentejana” ([www.protect.uevora.pt/](http://www.protect.uevora.pt/)) financiado pelo Ministério da Agricultura e do Mar e cofinanciado pelo Fundo Europeu das Pescas, através do PROMAR – Programa Operacional de Pescas 2007-2013, cujo objectivo principal consiste na realização de estudos científicos que permitem a avaliação e monitorização dos efeitos da protecção marinha implementada, e a implementar, na costa alentejana do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV).

## Objectivos

O principal objectivo deste trabalho consiste em avaliar a importância da AMP da Ilha do Pessegueiro para duas espécies de sargos, *D. sargus* e *D. vulgaris*. Paralelamente, pretende-se aprofundar o conhecimento biológico destas espécies através dos seguintes objectivos parcelares:

- a) Identificar o padrão de movimento no interior da AMP da Ilha do Pessegueiro;
- b) Determinar a área vital e avaliar a fidelidade territorial e os movimentos entre as áreas adjacentes à AMP;
- c) Avaliar a importância da AMP da Ilha do Pessegueiro, enquanto zona de refúgio e alimentação durante o período estival;
- d) Identificar movimentos de média-longa escala.

Para o efeito foram definidas as seguintes tarefas: *Tarefa 1*. Utilização de marcas convencionais para estudar a dinâmica populacional e movimentos de sargos (*Diplodus* sp.) na área marinha do PNSACV; e *Tarefa 2*. Avaliação da importância da AMP da Ilha do Pessegueiro como zona de alimentação e refúgio de *Diplodus sargus* com recurso a biotelemetria acústica.



## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo corresponde à área marinha do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV). Os trabalhos foram desenvolvidos com particular incidência na AMP da Ilha do Pessegueiro e na sua zona limítrofe (Figura 1).

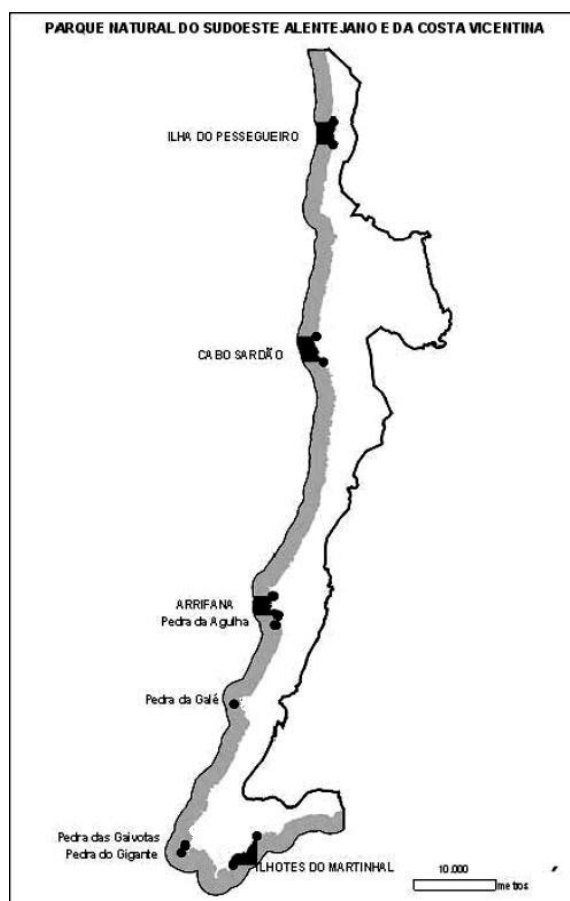


Figura 1. Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina com as Áreas Marinhas Protegidas definidas no âmbito de uma regulamentação da pesca lúdica aplicada especificamente a este parque natural (Portaria 143/2009).

O PNSACV integra os concelhos de Sines, Odemira, Aljezur e Vila do Bispo, situando-se entre as latitudes 36° 59' N e 37° 55' N e longitudes 8° 40'W e 9° 00'W. O Parque inclui área marinha e terrestre, sendo que a área marinha se intitula “Parque Marinho do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina” e estende-se por dois quilómetros ao longo da costa.

Desde 1988 que o património natural, arqueológico e cultural do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV) é reconhecido, primeiramente com a sua designação como paisagem protegida (Decreto-Lei 241/88), e posteriormente com a sua

reclassificação como “Parque Natural” e a incorporação da área marinha contígua (Decreto-Lei 26/95).

O actual plano de ordenamento do parque (Resolução do Conselho de Ministros 11-B/2011), o segundo desde a sua criação, foi o primeiro plano de ordenamento a incluir a gestão da área marinha, intitulada Parque Marinho do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PMSACV). Este plano divide o PMSACV em zonas de cinco tipologias diferentes de protecção, nomeadamente: zona de protecção total, zona de protecção parcial I, zona de protecção parcial II, zona de protecção complementar I, e zona de protecção complementar II. A área de estudo centra-se na zona de protecção total, das rochas adjacentes à Ilha do Pessegueiro, e na zona de protecção parcial I correspondente à área envolvente à Ilha do Pessegueiro (Resolução do Conselho de Ministros 11-B/2011).

O litoral ocidental do parque, onde se localiza a área de estudo, tem uma extensão de aproximadamente 100 quilómetros com orientação maioritariamente N-S, entre a foz da ribeira de São Torpes e o Cabo de São Vicente. Esta faixa costeira apresenta substrato essencialmente rochoso, principalmente constituído por xistos e grauvaques, e também bancadas quartzíticas, cobertos por arenitos calcários. É caracterizada por arribas cortadas por barrancos, pequenas praias, ribeiras e linhas de água temporárias. Esta diversidade paisagística suporta uma grande diversidade ecológica (Carvalho, 1993; Costa, 2009).

Nesta região a margem da plataforma continental é significativamente estreita, com cerca de 15-20 quilómetros de largura (Gomes et al., 2001), sendo que todo o PMSACV se encontra na plataforma continental que se estende desde a linha de costa aos 200 metros de profundidade. Esta região apresenta um hidrodinamismo acentuado e um regime de maré semi-diurno regular, propagando-se a onda de maré em geral de sul para norte (ICNB, 2008; Loureiro et al., 2010).

É também na metade Sul da costa oeste de Portugal que o *upwelling* de Verão é mais intenso, atingindo o seu máximo na zona de Sines (Fiúza, 1982; Fiúza, 1983).

A distribuição dos organismos planctónicos varia a uma escala muito ampla, não se encontrando restritos a localizações fixas. No PMSACV o fitoplâncton é mais abundante entre Julho e Agosto, em resposta ao *upwelling* observado (Sousa & Bricaud, 1992).

As comunidades zooplânctónicas são compostas essencialmente por copépodes, apendiculários, cirrípedes e moluscos, sendo mais abundantes no Verão. Já o ictioplâncton

surge em maiores concentrações na Primavera e no Inverno, sendo maioritariamente constituído por ovos de sardinha (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) (Ré, 1984).

A área de estudo apresenta grande diversidade de macroalgas, designadamente algas vermelhas e castanhas (Ardre, 1970; Carvalho, 1993).

Segundo os estudos de base elaborados no âmbito do Plano de Ordenamento do PNSACV de 2011 (ICNB, 2008), nesta área podem ser observadas 123 espécies de macroinvertebrados, sendo que entre estes os moluscos e crustáceos são os grupos que apresentam maior diversidade.

A comunidade ictíica na costa sudoeste é muito diversa, podem ser encontradas cerca de 149 espécies, entre as quais espécies com elevado valor comercial como os esparídeos (21 espécies). Esta comunidade é dominada por peixes pelágicos como a sardinha e a cavala (*Scomber colias* Gmelin, 1789) e demersais como o carapau-branco (*Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758), o besugo (*Pagellus acarne* Risso, 1827), a boga (*Boops boops* Linnaeus, 1758), a choupa (*Spondyliosoma cantharus* Linnaeus, 1758), o goraz (*Pagellus bogaraveo* Brünnich, 1768), o sargo-safia e a bica (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) (Gonçalves, 2000).

As espécies mais capturadas no PNSACV no âmbito da pesca comercial são a sardinha, o carapau e a cavala e também espécies com valor comercial mais elevado como o polvo (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797), o choco (*Sepia officinalis* Linnaeus, 1758), o congro (*Conger conger* Linnaeus, 1758), a pescada (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758), o robalo (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) e diversos esparídeos (Gomes et al., 2001; INE, 2012b).

Considerando a pesca lúdica e de subsistência, as espécies mais predadas são percebes (*Pollicipes pollicipes* Gmelin, 1790), sargo, robalo, polvo, navalheira (*Necora puber* Linnaeus, 1758), safia, burrinhos (*Symphodus* spp), ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816), salema (*Sarpa salpa* Linnaeus, 1758), mexilhão (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819), lapas (*Patella ulyssiponensis* Gmelin, 1791) e burriés (*Osilinus* spp.), entre outros menos frequentes (Castro, 2004).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), a zona oeste do PNSACV depende essencialmente da agricultura e da pesca (INE, 2012a), sendo os principais portos de pesca do parque os portos de Sines e Sagres. Nesta região o esforço de pesca tem na sua maioria propósitos comerciais, apesar de também ocorrer como meio de subsistência, por recreação ou desporto (Castro & Cruz, 2009), que são tradicionais na costa sudoeste portuguesa (Castro, 2004).

## **2.2 Trabalho de Campo**

Como foi referido anteriormente, para a realização deste estudo procedeu-se à realização de duas tarefas distintas que envolvem a marcação de *Diplodus* sp. recorrendo a duas abordagens metodológicas complementares.

### **2.2.1 Utilização de marcas convencionais para estudar a dinâmica populacional e movimentos de sargos (*Diplodus* sp.) na área marinha do PNSACV**

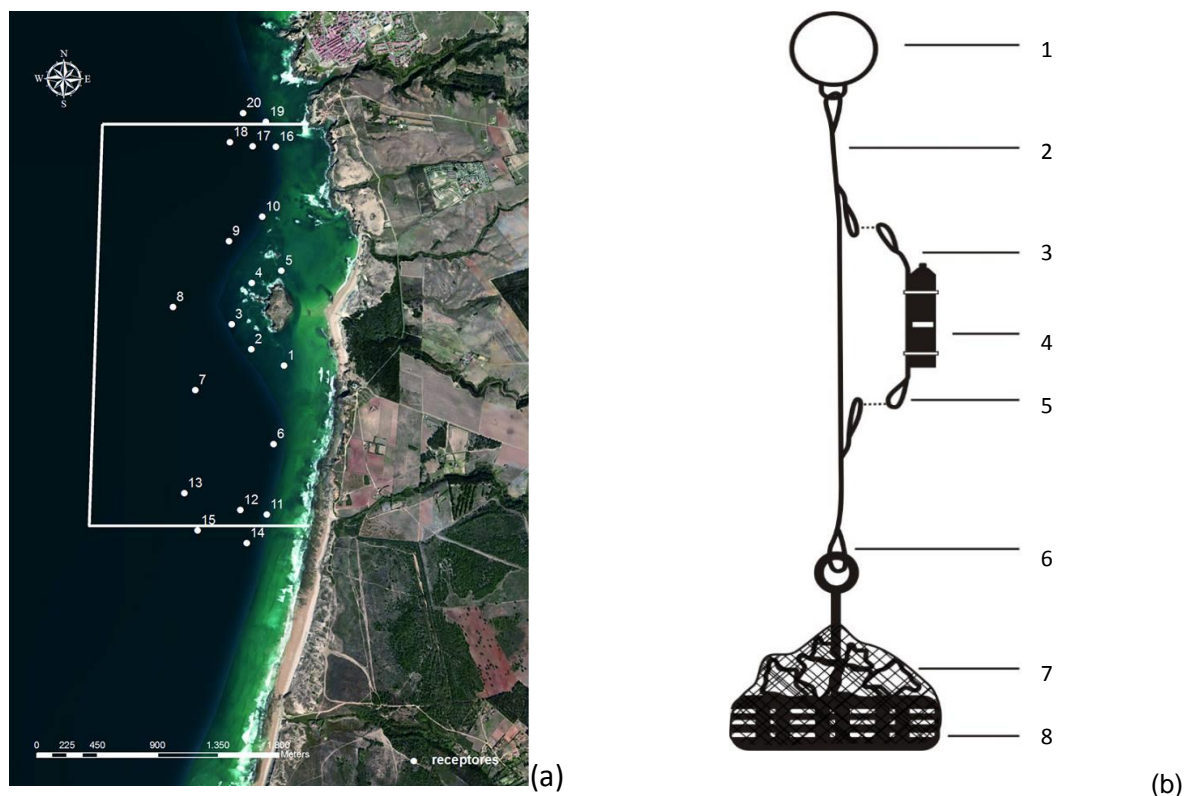
Para estudar a dinâmica populacional e o movimento de *D. sargus* e *D. vulgaris* no interior da área marinha do PNSACV utilizou-se uma técnica de marcação e recaptura. Foram marcados 1224 sargos com etiquetas externas tipo *T-bar*, obtendo-se a informação numa fase posterior com a recaptura dos exemplares marcados. A captura dos exemplares foi realizada através de pesca à cana apeada, por forma a minimizar o impacto para o animal. Estes foram capturados na Ilha do Pessegueiro, cuidadosamente medidos e implantada a marca com recurso a uma pistola própria. O procedimento durou cerca de 1 a 2 minutos, período após o qual os indivíduos foram libertados em perfeitas condições (para documentação fotográfica do procedimento ver Apêndice I.1). Foram realizadas 5 campanhas de marcação, 3 dias de trabalho por campanha, entre Junho de 2012 e Outubro de 2013. Nomeadamente, de 22 a 24 de Junho de 2012; de 21 a 23 de Julho de 2012; de 26 a 28 de Agosto de 2012; de 5 a 7 de Outubro de 2012 e de 4 a 6 de Outubro de 2013.

Para aumentar a taxa de recapturas foi oferecida uma recompensa pela comunicação da captura, no valor de 5 euros (c.f. Apêndice I. 2). Foram marcados 894 *D. sargus* e 330 *D. vulgaris*.

### **2.2.2 Avaliação da importância da AMP da Ilha do Pessegueiro como zona de alimentação e refúgio de *Diplodus sargus* com recurso a biotelemetria acústica**

Para avaliar a importância da AMP da Ilha do Pessegueiro como área de refúgio e alimentação de *D. sargus* foi utilizada telemetria acústica passiva. Para tal foram fundeadas 20 estações automáticas de detecção, constituídas por uma poita à qual foi acoplado um

receptor acústico (modelo VR2w da Vemco), por forma a cobrir a totalidade da AMP da Ilha do Pessegueiro (Figura 2).



Dois conjuntos de 5 receptores foram colocados em semi-círculo do lado oeste da ilha um mais próximo e outro mais afastado, de forma a garantir o registo da possível actividade junto da Ilha do Pessegueiro. Foi colocado um conjunto de 5 receptores a norte e outro a sul, com o objectivo de cobrir a restante extensão da AMP e também os possíveis movimentos entre a ilha e os afloramentos rochosos existentes na zona. Em cada uma destas zonas os receptores foram colocados de modo a se encontrarem a cerca de 200 metros do receptor mais próximo para maximizar a eficiência da cobertura acústica na área de estudo.

O raio de detecção destes receptores pode atingir 500-600 metros a profundidades mais elevadas e em condições ideais (O'Toole et al., 2011). No entanto, a sua capacidade de detecção é em grande parte afectada pelo ruído e obstáculos existentes em redor. Em ambientes mais ruidosos como águas menos profundas e mais dinâmicas, o raio de detecção diminui para 200-250 metros (O'Toole et al., 2011), sendo que em ambientes como os recifes de coral, muito ruidosos, este pode ser de apenas 30 metros (Welsh et al., 2012). Como a área

de estudo é caracterizada pela presença de afloramentos rochosos, e hidrodinamismo acentuado, é espectável um raio de detecção inferior a 500 metros, em particular na região mais próxima da ilha, por ser uma zona de elevado hidrodinamismo que bloqueia a recepção e impede a transmissão do sinal acústico. Como tal, optou-se por dispor os receptores mais próximos entre si para garantir uma maior cobertura, apesar de a proximidade entre os mesmos permitir, em determinadas circunstâncias, a ocorrência de detecções do mesmo sinal por vários receptores em simultâneo.

Os receptores VR2w foram colocados entre 16 e 19 de Julho de 2012 e recolhidos a 22 de Setembro de 2012. Um mês após a colocação dos VR2w, estes foram substituídos para diminuir o risco de perda de informação por extravio dos receptores e foi efectuado pela primeira vez o descarregamento da informação contida nos mesmos.

Este delineamento experimental permitiu uma monitorização contínua e automática dos movimentos realizados por 18 dos *D. sargus* que foram marcados com transmissores acústicos (modelo V9 da Vemco) durante um período de 2 meses. Foi também realizada uma sessão de *tracking* manual dia 1 de Agosto de 2012 (receptor modelo VR100 da Vemco), para verificar que os exemplares se encontravam na área de estudo. Estes transmissores com uma dimensão de 9 milímetros de diâmetro por 29 milímetros de comprimento e 2,9 gramas de peso, emitem um sinal ultrassónico em intervalos de tempo aleatórios, que variam entre os 30 e 90 segundos e com uma frequência de 69Khz. A bateria dos transmissores garante uma longevidade de aproximadamente 3 meses.

Para esta tarefa foram escolhidos indivíduos com tamanho igual ou superior a 27 centímetros, de forma a garantir que teriam tamanho e peso suficiente para que a presença do transmissor não afectasse o seu comportamento, respeitando a regra instituída de que o transmissor utilizado não deve pesar mais do que 2% do peso do indivíduo (Winter, 1983). Os indivíduos foram medidos ( $\pm 1$  mm) e pesados ( $\pm 1$  g).

Os exemplares foram anestesiados em solução de água salgada com uma concentração de 0.4 ml 2-phenoxyethanol L<sup>-1</sup> e seguidamente colocados numa mesa cirúrgica em forma de “V” concebida com esta finalidade e implantados com os transmissores. A sedação e oxigenação foram mantidas com a mesma solução. Foi efectuada uma incisão com cerca de 1 centímetro na cavidade abdominal, zona previamente desinfetada com uma solução iodada (Betadine®) e inserido o transmissor na cavidade intraperitoneal. A incisão foi suturada e novamente desinfetada com Betadine®. Todo o equipamento cirúrgico e o

transmissor foram desinfectados com álcool etílico a 96° e em seguida passados por soro fisiológico. Após a cirurgia os indivíduos foram sujeitos a um curto período de recobro tendo sido mantidos em arcas com água do mar frequentemente renovada, para que pudessem recuperar do procedimento antes de serem libertados próximo do local de captura (para documentação fotográfica do procedimento ver Apêndice- II.1).

## 2.3 Análise de dados

Devido ao grande volume de dados foi necessário recorrer a formas de pré-tratamento automatizadas (Tabela1), pelo que foram concebidos programas/rotinas em Visual Basic que possibilitaram o tratamento preliminar dos dados em Microsoft Office Excel®.

**Tabela 1. Tabela resumo do tipo de processamento preliminar aplicado aos dados obtidos com recurso à telemetria acústica**

<b>Rotina</b>	<b>Processamento Aplicado</b>
VBM1	Classificação dos pontos obtidos (detecções) segundo o período do dia ( dia vs noite)
VBM2	Classificação dos pontos obtidos segundo o período da maré ( enchente vs vazante)
VBM3	Classificação dos pontos obtidos segundo o ciclo da maré ( maré viva vs maré morta)
VBM4	Filtro dos pontos totais obtidos de acordo com o indivíduo
VBM5	Identificação e classificação das detecções múltiplas
VBM6	Remoção das detecções múltiplas
VBM7	Contabilização dos intervalos entre detecções identificação dos inferiores a 5 minutos
VBM8	Identificação dos intervalos entre detecções consecutivas inferiores a 5 minutos
VBM9	Remoção das detecções distanciadas da imediatamente anterior por um período superior a 5 minutos
VBM10	Classificação e contabilização do tempo dispendido na AMP segundo as combinações de factores ambientais referidas
VBM11	Classificação de cada ponto consoante a zona da área de estudo em que foi registado ( Norte, Sul, Interior Exposta, Interior Protegida, Exterior)
VBM12	Filtro dos pontos obtidos consoante a zona da área de estudo atribuída
VBM13	Classificação e contabilização do tempo dispendido na AMP segundo as combinações de factores ambientais referidas e de acordo com a zona em que ocorreu o registo
VBM14	Identificação das interacções entre poitas, eliminando as detecções consecutivas no mesmo receptor
VBM15	Contabilização do número de detecções ocorridas em cada uma das 1440 horas do período de estudo
VBM16	Contabilização do número de detecções ocorridas por dia do período de estudo
VBM17	Contabilização do tempo dispendido ao longo do período de estudo de acordo com a hora do dia
VBM18	Contabilização das detecções em poitas intermédias
VBM19	Atribuição de coordenadas a cada detecção de acordo com a poita em que foram registadas

A Tabela 1 apresenta as principais rotinas criadas e o processamento envolvido em cada uma delas, sendo que estas foram posteriormente adaptadas para cada situação. Os dados foram pré-tratados no sentido de identificar e eliminar detecções múltiplas, ou seja, detecções por vários receptores do mesmo sinal emitido pelo transmissor. Foram

consideradas múltiplas todas as detecções do mesmo indivíduo, mas por receptores distintos, com uma diferença temporal no registo da recepção inferior a 20 segundos. Para o cálculo do tempo de residência associado a cada receptor, foi definido que se o intervalo entre duas detecções fosse inferior a 5 minutos, sem nenhuma detecção intercalar nos restantes receptores, o indivíduo teria estado a totalidade desse intervalo numa área associada a um determinado receptor acústico.

Para cada indivíduo foi calculado o Índice de Residência ( $I_r$ ) que corresponde à razão entre o número de dias em que cada exemplar foi detectado e os 60 dias do estudo (Afonso et al., 2008).

Para analisar a influência de parâmetros ambientais, como o período do dia, período da maré e ciclo de marés, na utilização que os sargo-legítimos marcados fizeram da área de estudo (tempos de residência durante as várias combinações de factores) durante o período estival, foi utilizada uma ANOVA factorial, recorrendo ao *software* SPSS 20.0 (IBM, 2011). Esta análise foi escolhida uma vez que permite detectar interações entre factores independentes, como os parâmetros ambientais, e a variável dependente, neste caso o tempo despendido (i.e. tempo de residência) na área de estudo. Para o período do dia foram definidas duas classes, dia vs. noite, para o período da maré, enchente vs. vazante; e para o ciclo de marés, maré-viva vs. maré-morta.

O período do dia foi definido com base nos dados do observatório de Lisboa, para o nascer e ocaso do Sol referentes ao Porto, uma vez que este se encontra a uma longitude mais próxima da correspondente à área de estudo (Observatório Astronómico de Lisboa, 2012). O período de maré e o ciclo de marés para o período do estudo foram obtidos a partir da tabela de previsão de marés para o porto de Sines do Instituto Hidrográfico (Instituto Hidrográfico, 2012).

De entre os vários métodos desenvolvidos para calcular estimativas do *homerange*, a utilização da estimação da densidade de Kernel (KDE) permite obter resultados com enviesamento menor (Seaman & Powell, 1996) e analisar dados com padrões de maior complexidade (Worton, 1989), sendo considerada a melhor opção (Powell, 2000). Este método estima directamente uma função de probabilidade de densidade que corresponde à distribuição de utilização de um animal, permitindo obter informação importante acerca dos movimentos e utilização de habitat por parte dos indivíduos marcados, como a identificação das zonas mais utilizadas pelos exemplares estudados (Jacoby et al., 2012). Para cálculo da



KDE utiliza-se um factor de suavização/*smoothing factor* (h) ao qual esta estimativa é extremamente sensível, sendo que quanto maior for este factor, maior e menos detalhada é a estimativa final de *homerange* (Silverman, 1986; Worton, 1989; Hemson et al., 2005).

Para analisar a distribuição espacial dos indivíduos marcados com transmissores, recorreu-se ao cálculo da KDE com o programa ArcGIS 9.3® da Esri e a extensão Hawth's Analysis© (Beyer, 2004). Foram também calculados *percent volume contours* de 50 (i.e. *core range*) e 95% (i.e. *home range*), que correspondem a linhas de contorno que em média contêm respectivamente 50 e 95%, dos pontos utilizados para calcular a KDE, ou seja, 50 e 95% das detecções registadas para cada sargo-legítimo. Para calcular a KDE foi utilizado um "*smoothing factor*" (h) igual a 100 estimado de acordo com o método *ad hoc* (Worton, 1989; Topping et al., 2005; Topping & Szedlmayer, 2011). O tamanho da célula foi definido como 20 metros.

Foi também utilizada a ANOVA factorial para aferir a influência dos parâmetros ambientais referidos na utilização preferencial de diferentes zonas dentro da AMP, sendo estas definidas com base na informação fornecida pela análise de utilização espacial previamente referida. Foram designadas as seguintes zonas (Figura 3): zona Norte (receptores 16 a 20); zona Sul (receptores 11 a 15); zona Exterior (receptores 6 a 10); zona Interior Exposta (receptores 3 a 5); e zona Interior Protegida (receptores 1 e 2).



Figura 3. Mapa indicativo da distribuição dos receptores segundo as 5 áreas definidas: zona Norte (N); zona Sul (S); zona Exterior (E); zona Interior Exposta (IE) e zona Interior Protegida (IP).

Apesar da utilidade da KDE em termos de análise espacial, esta não extrai toda a informação dos dados recolhidos, pelo que estas análises têm vindo a ser refinadas e têm também sido desenvolvidas novas metodologias para explorar diferentes tipos de informação contida em dados de presença/ausência. Em particular, têm sido aplicadas a dados de telemetria acústica análises semelhantes às utilizadas para estudo do funcionamento de redes, como por exemplo as redes sociais ou de transportes, ou mais recentemente em comportamento animal, que possibilitam avaliar o tipo e grau de interacção existente entre os focos de actividade encontrados (Jacoby et al., 2012; Makagon et al., 2012). A análise de redes baseia-se num sistema complexo de interacções, composto por nós que se ligam por arestas, sendo que as métricas baseadas nos nós descrevem a influência de cada nó na rede (Jacoby et al., 2012). Estas métricas advêm de 5 princípios base: proeminência/centralidade, amplitude, coesão, equivalência estrutural e intermediação (Makagon et al., 2012). A centralidade consiste na análise da importância de um nó numa rede, permitindo assim avaliar a importância de cada nó para a rede (Gómez et al., 2013). Este tipo de análise tem vindo a ser utilizada para estudar o comportamento animal e as relações entre indivíduos de uma população, no entanto pode também ser aplicada pontos, permitindo aferir quais as zonas mais importantes e entre quais há maior interacção. Ao utilizar a análise de redes, podemos completar a informação obtida através do cálculo da densidade de Kernel, analisando não só que áreas são mais usadas, mas também como os exemplares se comportam dentro destas áreas e como é feita a ligação (i.e. padrão de movimento) entre áreas.

Para tal foi utilizado o *software* UCINET (Borgatti et al., 2002), ferramenta especializada na análise de redes, para estimar o grau e tipo de interacção/movimento efectuado por cada sargo-legítimo entre os vários receptores que representam diferentes zonas no interior da área de estudo. Nesta análise, os receptores correspondem aos nós e as interacções entre receptores às arestas. Foi considerada uma interacção sempre que um indivíduo foi detectado por um receptor diferente do que o tinha detectado pela última vez. Para avaliar a centralidade foi utilizado o grau de centralidade, que contabiliza directamente o número de ligações (arestas/*edges*) que partem de um nó (*nodes*). Esta é uma medida de fácil utilização, passível de ser aplicada a redes de grande dimensões e com elevada complexidade (Coleing, 2009; Jacoby et al., 2012; Makagon et al., 2012; Gómez et al., 2013). Uma vez que os dados apresentam uma direcção, correspondente ao sentido do movimento,

foram estimados *Indegree centrality*, número de ligações direccionadas ao nó em questão; e *Outdegree centrality*, número de ligações que partem do nó em análise. Foram também calculados os valores de *betweenness* para cada receptor, por sargo. Esta medida corresponde a uma proporção de caminhos mais curtos entre quaisquer dois nós, que atravessam o nó em foco. Elevados valores de *betweenness* são indicativos de uma posição intermédia entre muitos trajectos (Makagon et al., 2012).

Para melhor percepção dos resultados obtidos, para além das análises referidas foram concebidos gráficos de estatística circular em R (R Development Core Team, 2008), que evidenciam o período do dia, discriminado por hora, em que os exemplares são mais detectados na AMP, consoante o período da maré.



### 3. Resultados

#### 3.1 Utilização de marcas convencionais para estudar a dinâmica populacional e movimentos de sargos (*Diplodus* sp.) na área marinha do PNSACV

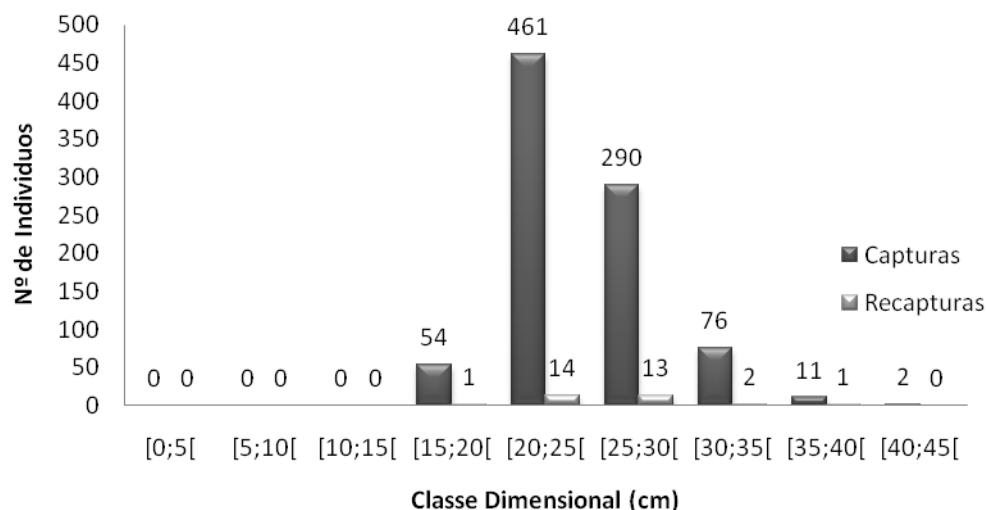
No total, foram marcados 1224 exemplares do género *Diplodus* sp. com etiquetas externas T-bar, tendo sido recapturados 33 espécimes, 31 sargo-legítimos e 2 sargo-safias. Destes, 27 sargos e 2 safias foram recapturados nas campanhas de marcação de 2012, 3 sargos na campanha de 2013 e outros 2 foram recapturados por pescadores, 1 em Março em Faro e 1 em Julho na zona envolvente da AMP. Relativamente ao comprimento total dos indivíduos capturados o mínimo e máximo foram respectivamente 17 e 42 centímetros para *D. sargus*, e 14,5 e 31,2 centímetros para *D. vulgaris* (Tabela 2).

Tabela 2. Tabela resumo dos dados relativos aos exemplares de *Diplodus* sp. marcados com etiquetas externas

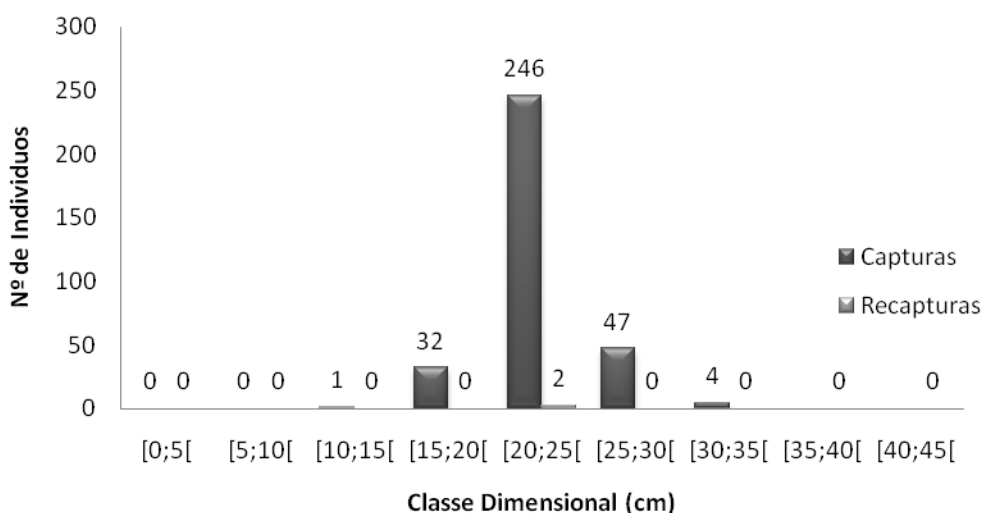
Espécie	Indivíduos	Indivíduos	Taxa de Recaptura	Comprimento total	
	Marcados	Recapturados		Mínimo	Máximo
<i>Diplodus sargus</i>	894	31	3,47	17	42
<i>Diplodus vulgaris</i>	330	2	0,61	14,5	31,2
Total	1224	33	2,70	-	-

Dos exemplares mencionados, foram recapturados durante as campanhas de marcação na Ilha do Pessegueiro 31 exemplares, incluindo os 2 espécimes de *D. vulgaris*; e os 3 indivíduos recapturados em Outubro de 2013. Os restantes foram capturados por pescadores lúdicos: um em Faro, em Fevereiro de 2013 e outro na zona envolvente à AMP no Verão de 2013 .

A Figura 4 representa o número de indivíduos por classe dimensional, sendo que a maioria dos exemplares marcados se encontra entre os 20 e os 30 centímetros, havendo 13 espécimes com mais de 35 centímetros.



a)



b)

Figura 4. Distribuição do número de (a) *D. sargus* e (b) *D. vulgaris* capturados e recapturados por classe dimensional.

### 3.2 Avaliação da importância da AMP da Ilha do Pessegueiro como zona de alimentação e refúgio de *Diplodus sargus* com recurso a biotelemetria acústica.

Dos 19 sargo-legítimos marcados com transmissor acústico, 18 foram detectados pelos receptores, sendo que a ausência de registos do sargo #17 se deve muito provavelmente a uma anomalia no transmissor utilizado na marcação. Os restantes exemplares foram detectados ao longo da totalidade do período de estudo (Tabela 3), o que resultou num grande volume de detecções (236 049), mais precisamente 14,4% das detecções possíveis.

Todos os indivíduos marcados com os transmissores acústicos tinham mais de 27 cm de comprimento total e o transmissor correspondia a menos de 1% do peso do indivíduo, cumprindo o pressuposto de que o peso do transmissor deverá ser inferior a 2% do peso do animal marcado (*c.f.* Winter, 1983). Para além do sargo #17, o sargo com menos detecções foi o #5 e o sargo com maior número de registos foi o #7, sendo que vários sargos (4) foram detectados diariamente durante a totalidade do período de estudo.

**Tabela 3. Tabela resumo das características e dados relativos às detecções dos 19 *D. sargus* marcados na AMP da Ilha do Pessegueiro**

Indivíduo	Código do transmissor	Código (T-bar)	Comprimento total (cm)	Peso (g)	Peso marca/ peso total (%)	Data marcação/ Data libertação	Nº dias peixe detectado na AMP	Nº total detecções	Tempo de Residência (h)	%Tempo despendido	Índice de Residência
sargo 1	ID5742	#1355	27,70	350	0,83	21-07-2012	60	27670	566,70	39,35	1,00
sargo 2	ID5744	#1358	34,00	865	0,34	21-07-2012	60	43450	550,84	38,25	1,00
sargo 3	ID5749	#1360	28,50	425	0,68	21-07-2012	47	7262	112,46	7,81	0,78
sargo 4	ID5734	#1363	34,50	735	0,39	21-07-2012	58	10216	196,00	13,61	0,97
sargo 5	ID5740	#1229	28,50	375	0,77	21-07-2012	18	354	4,53	0,31	0,30
sargo 6	ID5750	#1230	28,50	380	0,76	21-07-2012	57	19494	323,27	22,45	0,95
sargo 7	ID5732	#1234	28,00	410	0,71	21-07-2012	60	46589	609,87	42,35	1,00
sargo 8	ID5733	#1374	33,20	665	0,44	22-07-2012	50	11939	205,39	14,26	0,83
sargo 9	ID5743	#1375	29,10	455	0,64	22-07-2012	51	6549	91,36	6,34	0,85
sargo 10	ID5748	#1382	36,50	850	0,34	22-07-2012	57	6953	113,97	7,91	0,95
sargo 11	ID5738	#1383	28,00	395	0,73	22-07-2012	52	6287	114,21	7,93	0,87
sargo 12	ID5735	#1334	27,50	325	0,89	23-07-2012	23	696	11,30	0,78	0,38
sargo 13	ID5741	#1332	28,20	375	0,77	23-07-2012	25	771	14,63	1,02	0,42
sargo 14	ID5745	#1331	28,50	330	0,88	23-07-2012	58	18433	331,96	23,05	0,97
sargo 15	ID5747	#1330	28,10	330	0,88	23-07-2012	60	12311	243,91	16,94	1,00
sargo 16	ID5736	#1329	32,70	535	0,54	23-07-2012	38	6054	120,91	8,40	0,63
sargo 17	ID5737	#1328	28,40	350	0,83	23-07-2012	0	0	0,00	0,00	0,00
sargo 18	ID5739	#1326	28,00	360	0,81	23-07-2012	39	5128	111,40	7,74	0,65
sargo 19	ID5746	#1513	28,60	340	0,85	23-07-2012	32	5893	123,82	8,60	0,53



O tempo despendido na AMP por cada indivíduo variou bastante, sendo que o sargo que permaneceu mais tempo na AMP foi o sargo #7 (42,35%) e o que passou menos tempo foi o sargo #5 (0,31%). Em média os indivíduos permaneceram na área de estudo 14,06% do tempo. Tendo em consideração o Índice de Residência ( $I_r$ ), podemos observar que vários indivíduos (#1, #2, #7 e #15) apresentaram  $I_r=1$ .

A maioria dos exemplares foi detectada ao longo de todo o estudo, apesar de não apresentarem registos todos os dias (c.f. Figura 5). Inclusivamente os sargos #1, #2 e #7 apresentam uma permanência na AMP superior a 20% do dia, na maioria dos dias do período de estudo. É também de realçar que os indivíduos #3, #4, #6, #8, #9, #10, #11, #15, #16, #18 e #19 permaneceram mais tempo por dia na AMP na primeira metade do estudo que no restante período.

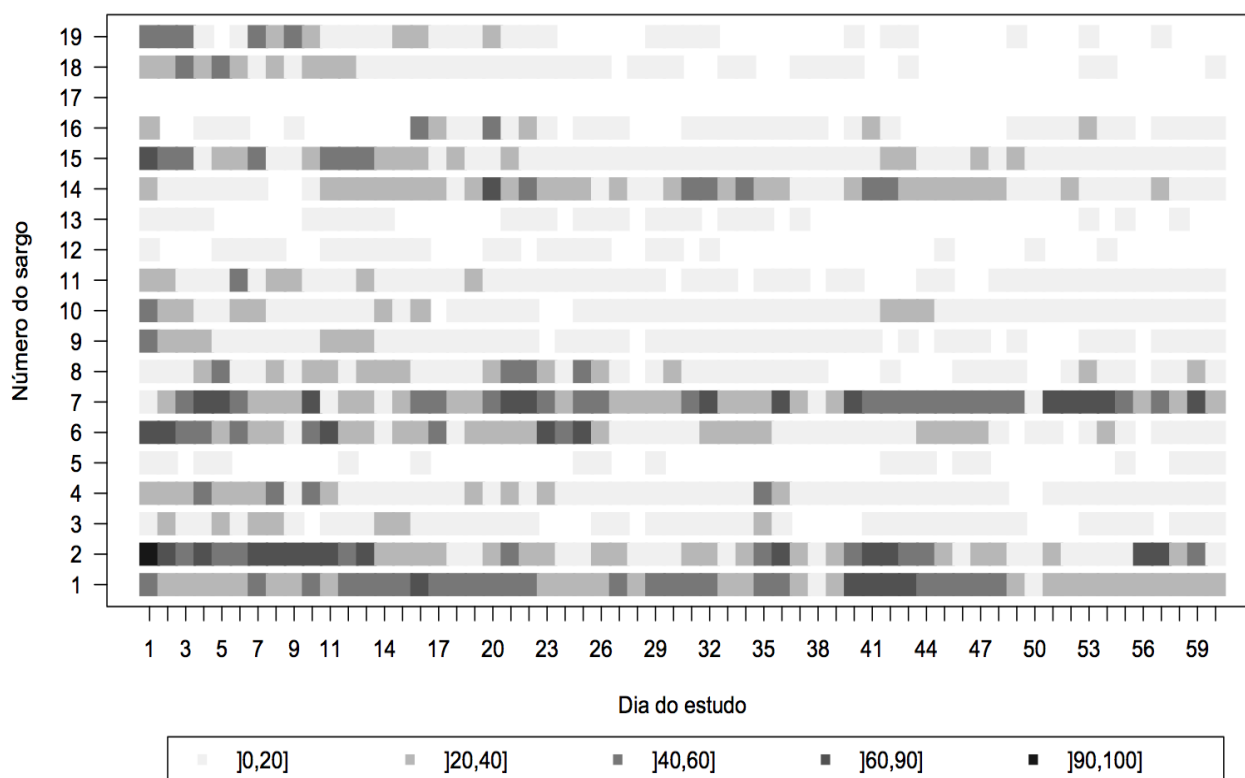


Figura 5. Residência dos *D. sargus* libertados na AMP da Ilha do Pessegueiro. A tonalidade de cada barra indica a classe de tempo despendido, em percentagem relativamente ao total diário, na área de estudo.

A aplicação de uma ANOVA factorial (Tabela 4) permitiu identificar os parâmetros ambientais que influenciaram a utilização (medida em tempo de residência) que os *D. sargus* fizeram da área de estudo.

**Tabela 4. Resultado da ANOVA factorial utilizada para analisar a influência de três parâmetros ambientais (período do dia, período da maré e ciclo da maré) e o tempo de residência no interior da AMP, relativamente à totalidade do período de amostragem**

Variável dependente: Tempo de residência					
Fonte de Variabilidade	SQ	gdl	QM	F-value	P-value
Período do dia	0,178	1	0,178	15,104	0,000
Período da maré	0,009	1	0,009	0,792	0,376
Ciclo da maré	0,040	1	0,040	3,427	0,067
Período do dia e Período da maré	0,004	1	0,004	0,338	0,562
Período do dia e Ciclo da maré	0,051	1	0,051	4,337	0,040
Período da maré e Ciclo da maré	0,016	1	0,016	1,366	0,245
Período do dia e Período da maré e Ciclo da maré	0,000	1	0,000	0,040	0,842
Erro	1,228	104	0,012		

**Nota:** SQ (soma dos quadrados); gdl (graus de liberdade); QM (quadrado médio); F-value (valor da estatística do teste F); p-value (probabilidade estimada).

Deste modo, o período do dia (*i.e.*, dia vs. noite) é o único factor que influencia significativamente o tempo de permanência na área de estudo ( $F(1, 104) = 15.104$ ,  $p < 0.001$ ), sendo que a interacção entre o referido factor e o ciclo de maré (*i.e.*, maré viva vs. maré morta), também parece influenciar a utilização que o *D. sargus* faz da AMP ( $F(1, 104) = 15.104$ ,  $p < 0.05$ ) (Tabela 4). Este facto é corroborado pelo gráfico seguinte (Figura 6), onde se pode observar que o período diurno apresenta maior variabilidade e também tempos de residência superiores, sendo que 63,30% do tempo despendido na AMP ocorreu durante o dia. Este padrão é mais claro na maré morta, o que está de acordo com as diferenças detectadas pela ANOVA factorial realizada, relativas com o ciclo da maré (*i.e.*, maré viva vs. maré morta).

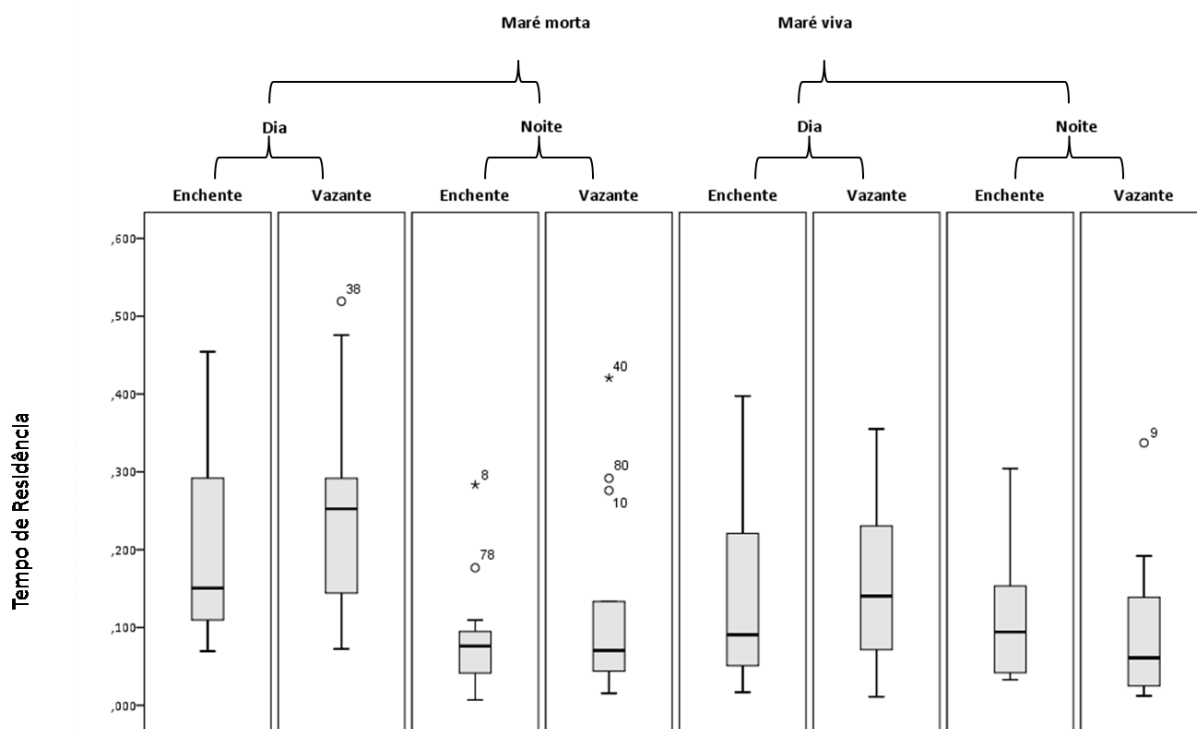


Figura 6. Caixas de bigodes correspondentes à variação do tempo de residência consoante o ciclo de maré, o período do dia e o período de maré.

Os gráficos circulares representados na Figura 7 e 8 contabilizam o tempo despendido por cada sargo na AMP, por hora do dia e consoante o período de maré, e corroboram os dados obtidos com as análises anteriores, nomeadamente no que diz respeito à variação do tempo de residência ao longo do dia.

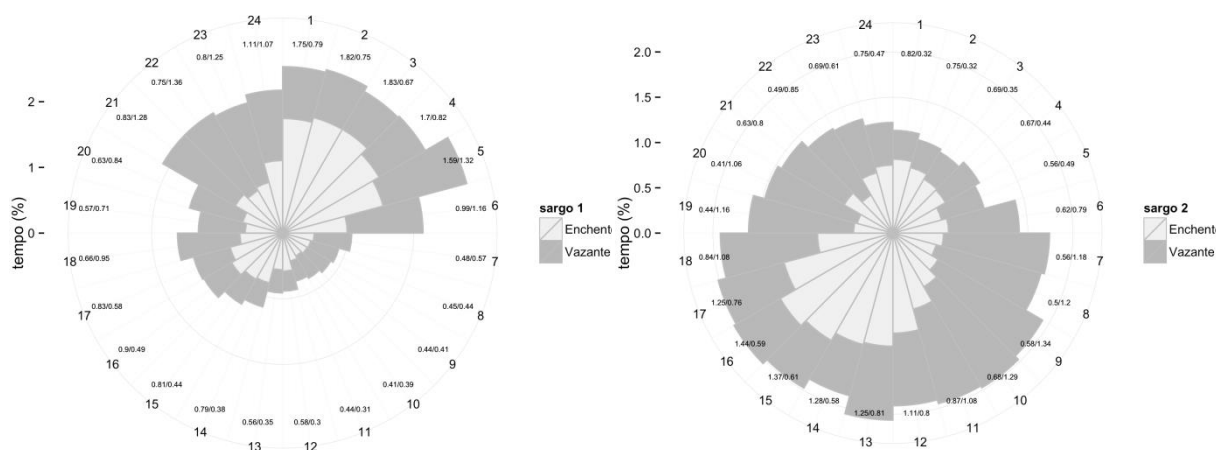
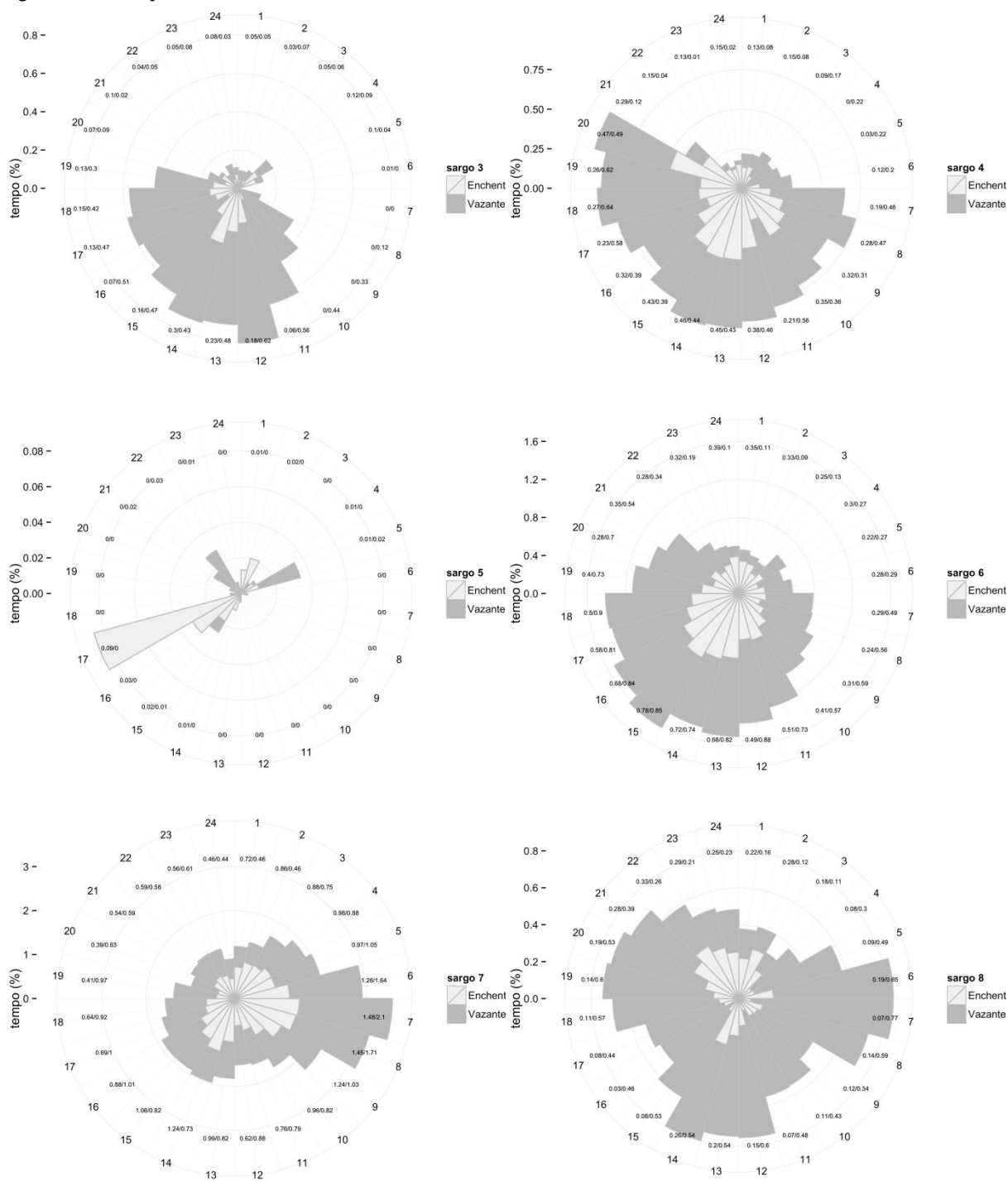


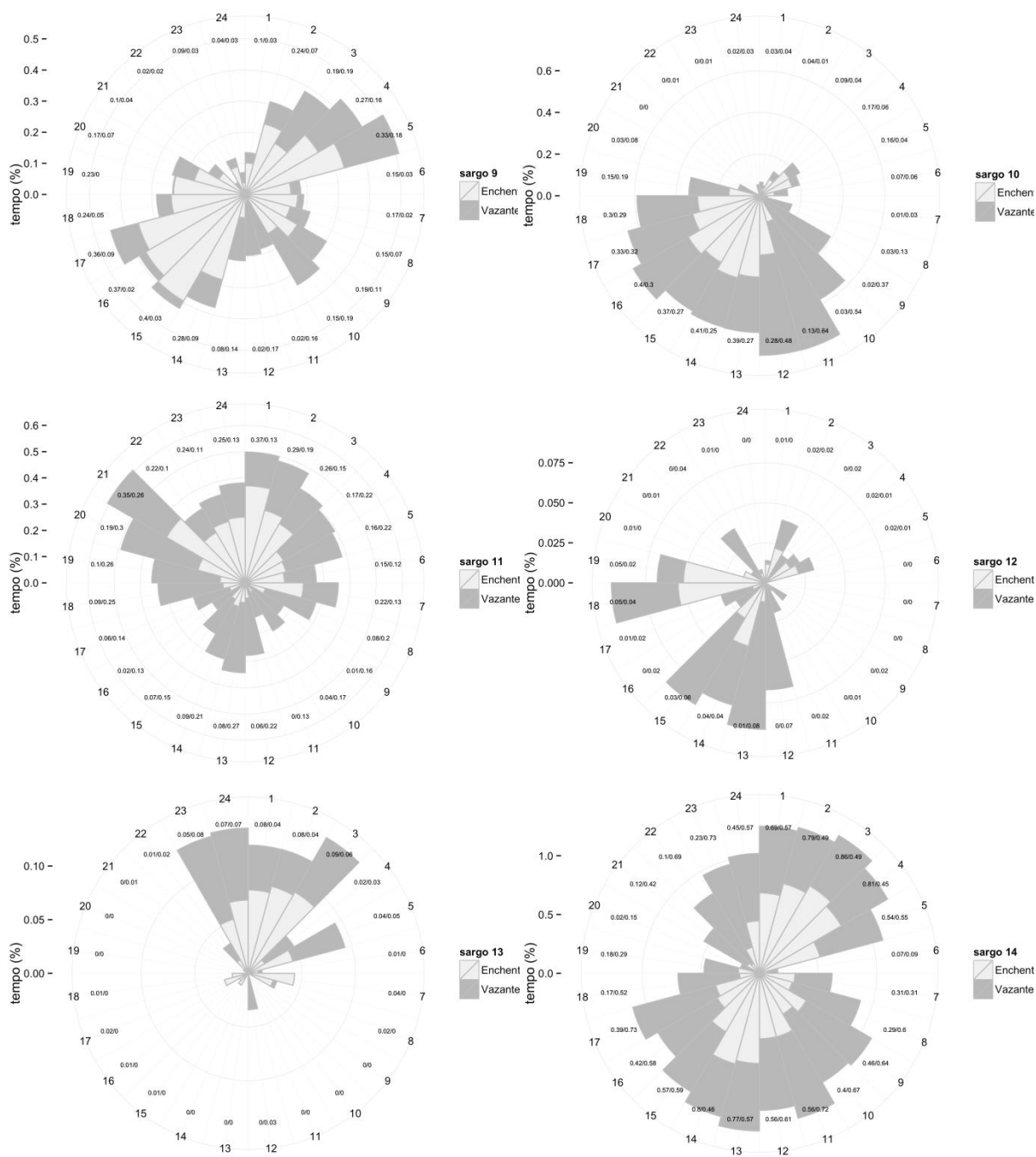
Figura 7. Gráficos circulares indicativos do tempo despendido, em percentagem do tempo total do estudo, por cada indivíduo na área de estudo, por hora do dia e consoante o período de maré. A escala das ordenadas (i.e, tempo de residência por hora do dia) não é igual para todos os gráficos (*continua*).

**Figura7. Continuação**



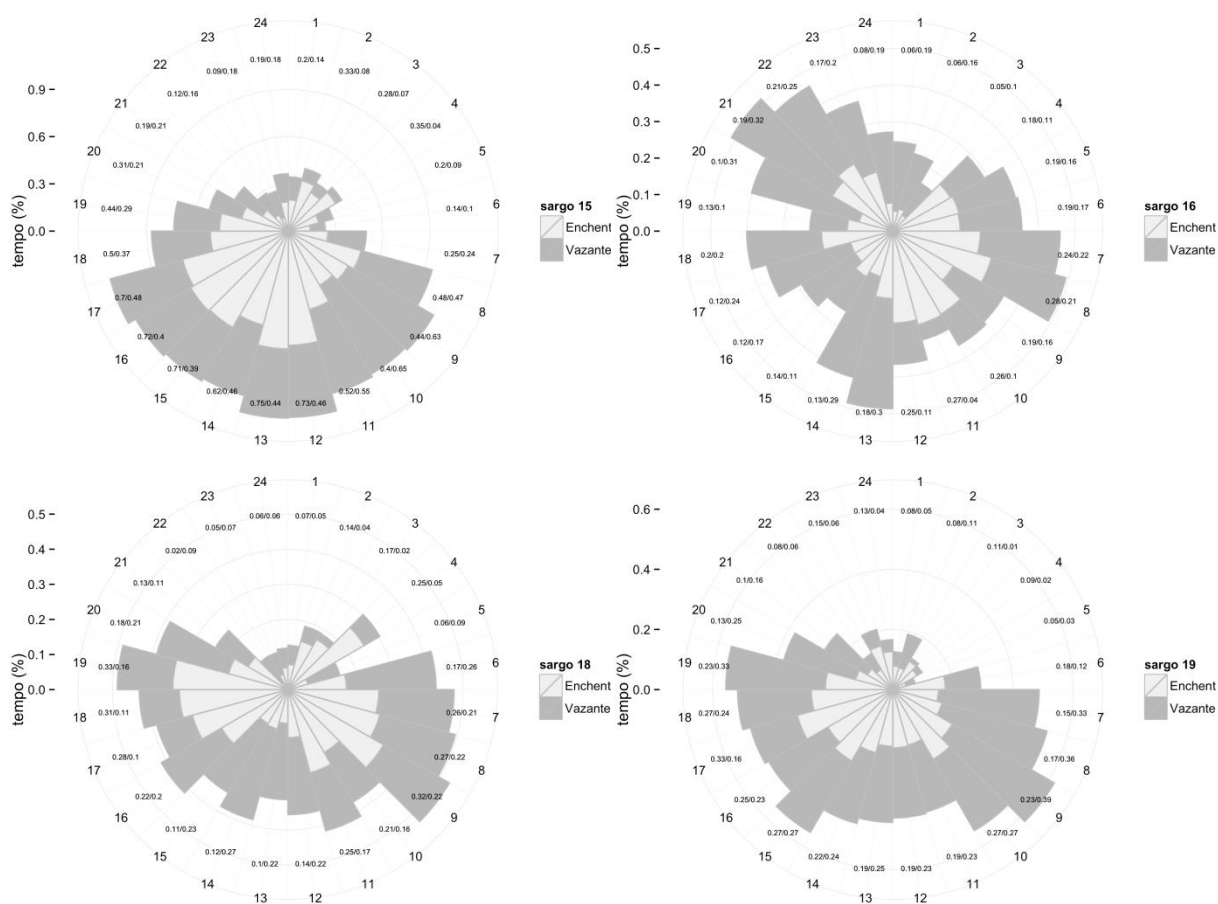
**(Continua)**

**Figura 7. Continuação**



**(continua)**

**Figura 7. Continuação**

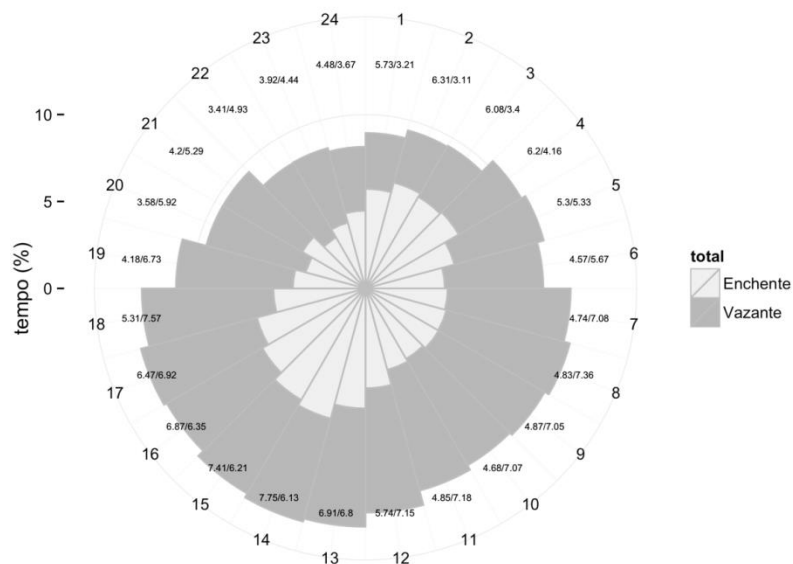


Foi detectada alguma variabilidade de comportamentos relativos ao tempo de residência dos sargos marcados no interior da AMP. Assim, os indivíduos #3, #4, #5, #6, #10, #12, #15, # 18 e #19, permaneceram na AMP com particular incidência durante o período diurno (Figura 7). Os exemplares #1, #11 e #13 foram detectados sobretudo à noite. Os restantes sargos (#2, #7, #8, #9, #14 e #16) foram igualmente detectados ao longo do dia. No que se refere a uma análise global e considerando todos os exemplares os sargos parecem permanecer mais tempo na área de estudo entre as 7 e as 18/19h.

Ainda relativamente a uma análise para a totalidade dos sargos, o tempo despendido pelos sargos na AMP entre a 1 e as 4 horas e entre as 13 e as 16 horas decorre maioritariamente na enchente, ao passo que das 17 às 23 horas e das 5 às 12 horas a vazante parece ser predominante. Os exemplares #3, #4, #6, #8, #10 e #19, permanecem por mais tempo na AMP na vazante e durante o dia, apesar de nem sempre se verificar à mesma hora. Já os indivíduos #5 e #9 preferem a enchente, principalmente à tarde e de madrugada no caso

do sargo #9 (Figura 7). Para os restantes sargos não foi detectado um padrão claro resultante da análise conjunta período dia e período de maré.

No gráfico circular para a totalidade dos exemplares (Figura 8) pode observar-se que os sargos são mais detectados na vazante e entre as 7 e as 18 horas.



**Figura 8.** Gráfico circular indicativo do tempo despendido, em percentagem do tempo total do estudo, para a totalidade dos indivíduos na área de estudo, por hora do dia e consoante o período de maré.

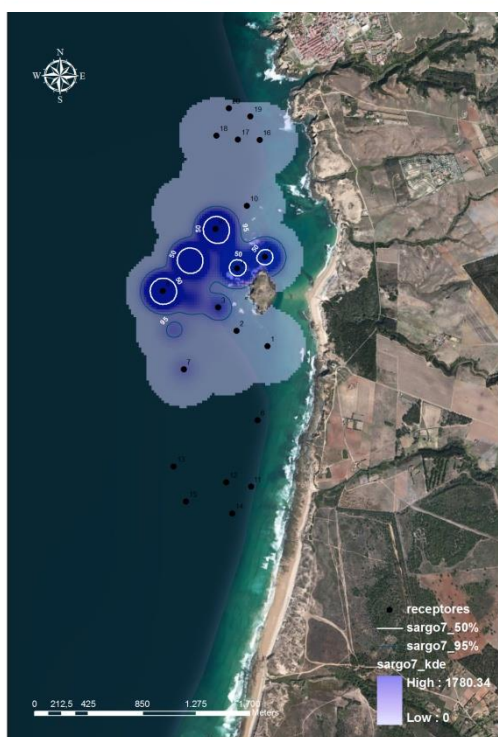
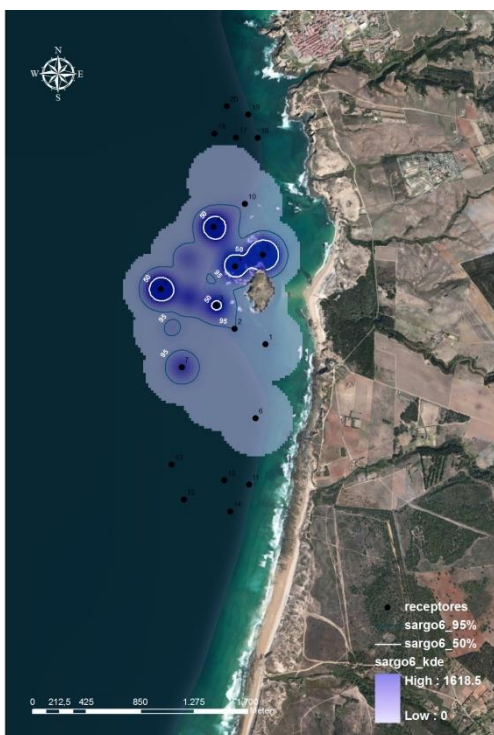
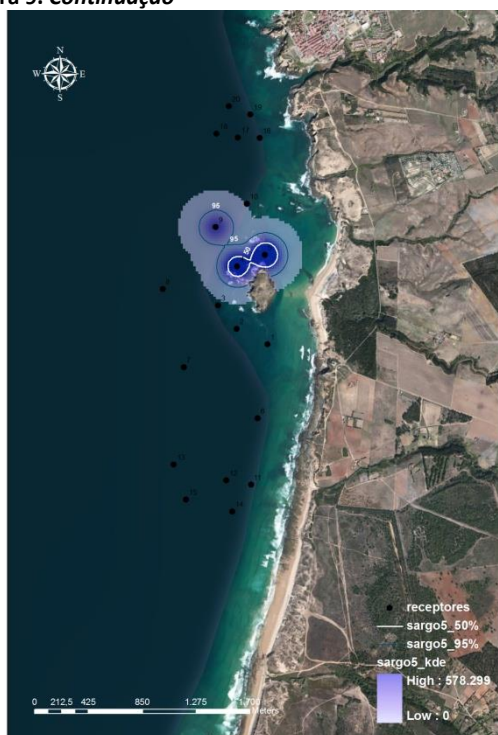
Os resultados obtidos através da análise da KDE mostram que a zona Norte, estações de recepção 16 a 20, é pouco procurada pelos indivíduos marcados (Figura 9). A zona Sul (receptores 11 a 15), apesar de ser mais utilizada que a zona Norte, relativamente às restantes zonas definidas pode-se considerar que é pouco utilizada, com excepção dos receptores 13 e 15 (Figura 9).



Figura 9. Mapas representativos da KDE, com *percent volume contours* de 50% (linhas brancas) e 95% (linhas azuis escuras), para os 18 sargos para os quais foi possível obter localizações. As áreas representadas com um azul mais intenso correspondem ao *core range*, i.e. às áreas mais utilizadas. (*continua*).

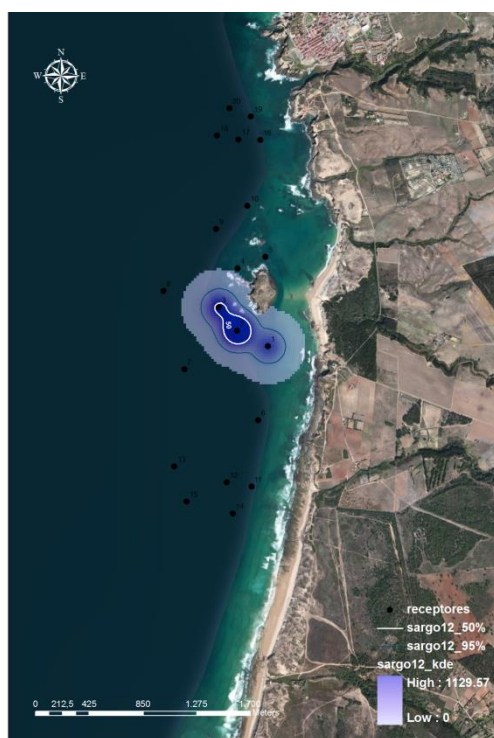
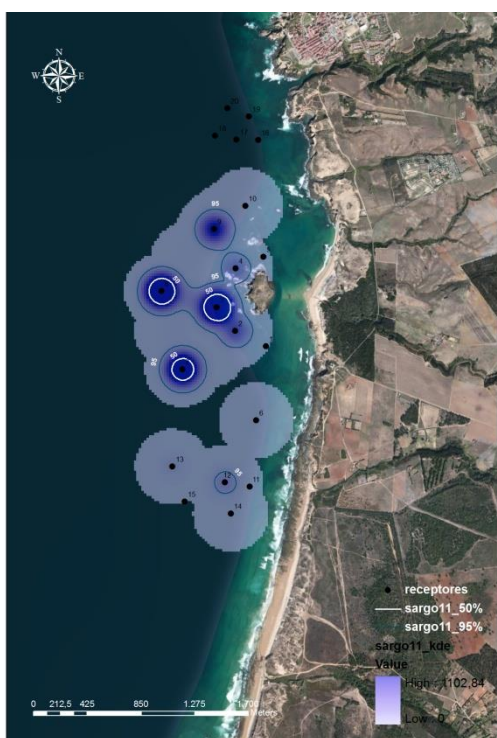
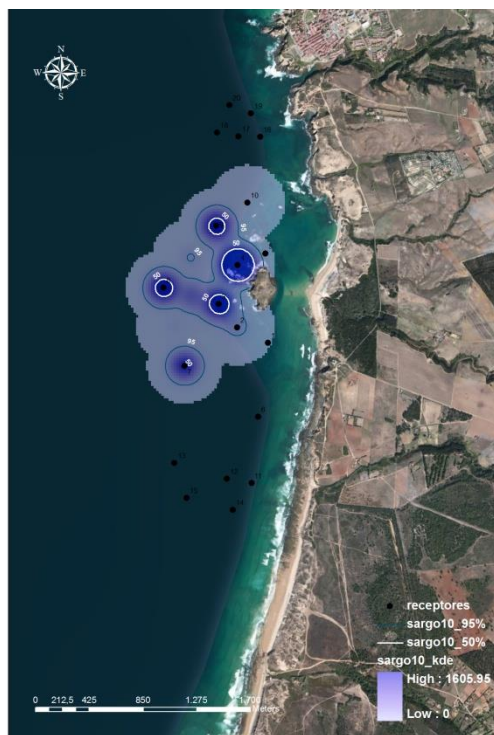


Figura 9. Continuação



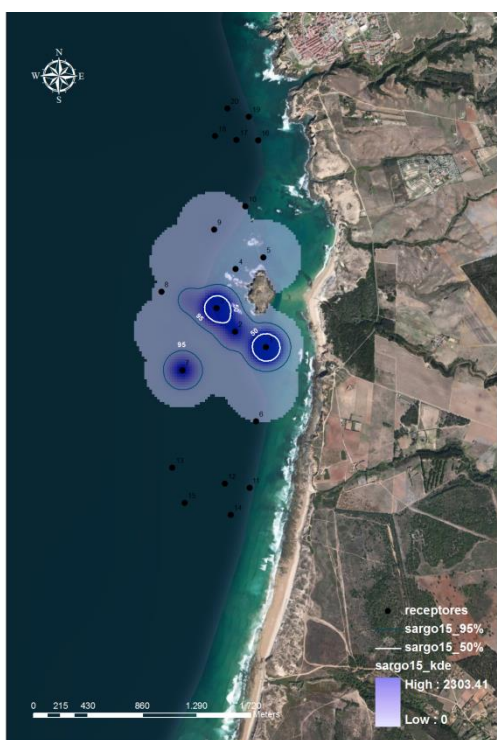
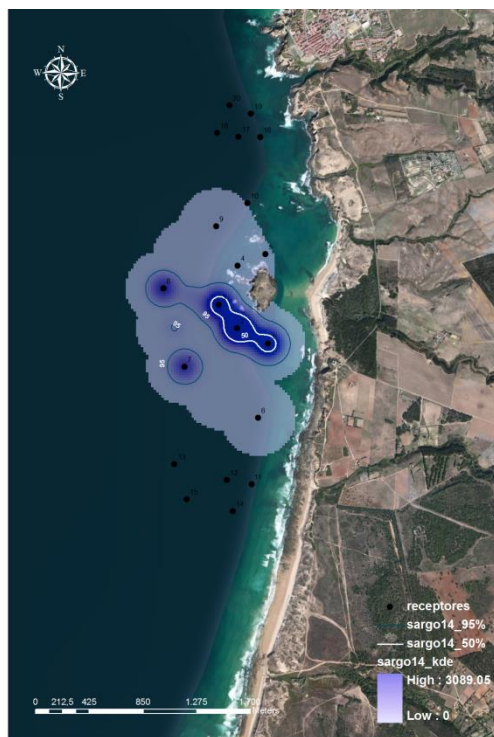
(continua)

Figura 9. *Continuação*



(continua)

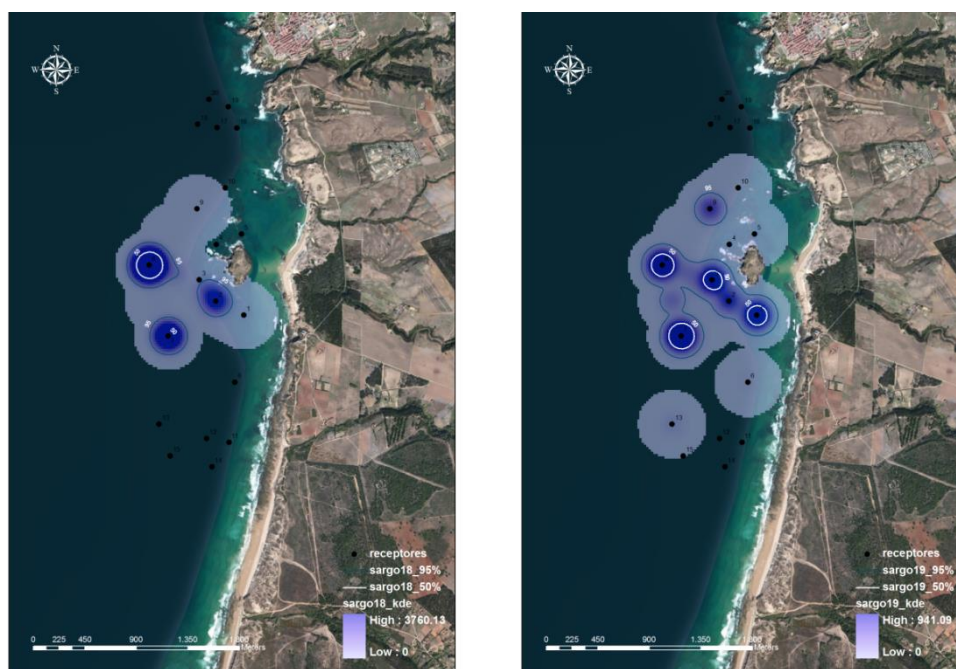
Figura 9. Continuação



(continua)



Figura 9. *Continuação*



Os sargos #1, #5 e #9 foram mais detectados nos receptores 4 e 5, correspondentes à zona Interior Exposta, sendo que para além desta, os exemplares #2, #3, #4, #6, #7, #8 e #10 procuraram também a zona Exterior. Os mapas correspondentes aos sargos #12 e #13 indicam que estes utilizaram mais a zona Interior Protegida. Os indivíduos #11, #14, #15, #16, #18 e #19 utilizam com maior intensidade a zona Interior Protegida e também a zona Exterior, sendo que o sargo 16 também foi registado com alguma frequência na zona Sul, em particular nos receptores 13 e 15. Desta forma, pode-se agrupar os sargos estudados, no que diz respeito ao padrão de utilização que fazem da área estudo, em dois tipos. Um primeiro grupo de indivíduos que fazem uma utilização mais intensiva da zona Exterior e da zona Interior Protegida, e um segundo grupo associado sobretudo à zona Interior Exposta.

A análise espacial permitiu identificar três zonas mais utilizadas. Seguidamente, será analisada a influência dos três parâmetros ambientais (i.e., ciclo de maré, período do dia e período de maré) no tempo despendido por cada sargo nas zonas para as quais os tempos de residência foram mais significativos, i.e. Zona Interior Exposta, Zona Interior Protegida e Zona Exterior (Figura 10 e Tabela 5). Nesta abordagem não foram incluídos os dados relativos às zonas Norte e Sul da área de estudo porque a utilização que os sargos fizeram destas áreas foi muito esporádica e pouco frequente.

**Tabela 5. Resultado da ANOVA factorial utilizada para analisar a influência dos factores zona e de três parâmetros ambientais (ciclo da maré, período do dia e período de maré) no tempo de residência no interior da AMP**

Variável dependente: Tempo de residência (por zona)

Fonte de Variabilidade	SQ	gl	QM	F-value	P-value
Zona	0,226	2	0,113	35,995	0,000
Ciclo da maré	0,005	1	0,005	1,565	0,212
Período do dia	0,039	1	0,039	12,428	0,000
Período da maré	0,004	1	0,004	1,224	0,269
Zona e Ciclo da maré	0,002	2	0,001	0,309	0,734
Zona e Período do dia	0,016	2	0,008	2,621	0,074
Zona e Período da maré	0,024	2	0,012	3,821	0,023
Ciclo da maré e Período do dia	0,010	1	0,010	3,065	0,081
Ciclo da maré e Período da maré	0,002	1	0,002	0,647	0,422
Período do dia e Período da maré	0,005	1	0,005	1,581	0,209
Zona e Ciclo da maré e Período do dia	0,006	2	0,003	0,910	0,403
Zona e Ciclo da maré e Período da maré	0,002	2	0,001	0,323	0,724
Zona e Período do dia e Período da maré	0,005	2	0,003	0,811	0,445
Ciclo da maré e Período do dia e Período da maré	0,000	1	0,000	0,050	0,824
Zona e Ciclo da maré e Período do dia e Período da maré	0,002	2	0,001	0,249	0,780
Erro	0,978	312	0,003		

**Nota:** SQ (soma dos quadrados); gl (graus de liberdade); QM (quadrado médio); F-value (valor da estatística do teste F); p-value (probabilidade estimada).

A ANOVA factorial indica que há diferenças significativas entre as 3 zonas ( $F(2, 302) = 35,995, p < 0.001$ ) e que o período do dia continua a ser influente no tempo de residência dos exemplares analisados ( $F(1, 302) = 12,428, p < 0.001$ ). Para além dos resultados já referidos, a permanência dos sargos em cada zona está também associada ao período de maré  $F(2, 302) = 3,821, p < 0.05$ ). Testes *a posteriori* revelaram que a zona Interior Protegida é significativamente diferente das restantes ( $p < 0,001$ ) no que diz respeito aos tempos de residência associados a cada área.

À semelhança da análise realizada para o tempo de residência no interior da AMP *versus* o tempo de residência fora desta área, o tempo que os sargos permanecem na AMP durante o dia e para as três zonas definidas, é superior ao observado durante a noite (Tabela 6 e Figura 10), apresentando Tempos de Residência medianos superiores para o período diurno (Tabela 6).

**Tabela 6. Tabela resumo do tempo de residência (%) mediano consoante as 3 zonas da área de estudo mais utilizadas e o período do dia**

	Tempo de Residência Mediano (%)		
	E	IE	IP
Dia	4,08	4,21	0,35
Noite	2,13	2,87	0,15

**Nota:** Zona Interior Exposta, IE; Zona Interior Protegida, IP; Zona Exterior, E

É também de realçar que enquanto na zona Exterior estes permanecem mais tempo durante a vazante, nas restantes zonas despendem mais tempo na enchente (Figura 10).

Assim, e tendo analisado o tempo de residência dos indivíduos marcados apresentado na Figura 10 para as três áreas analisadas, é evidente uma utilização mais esporádica da zona Interior Protegida.

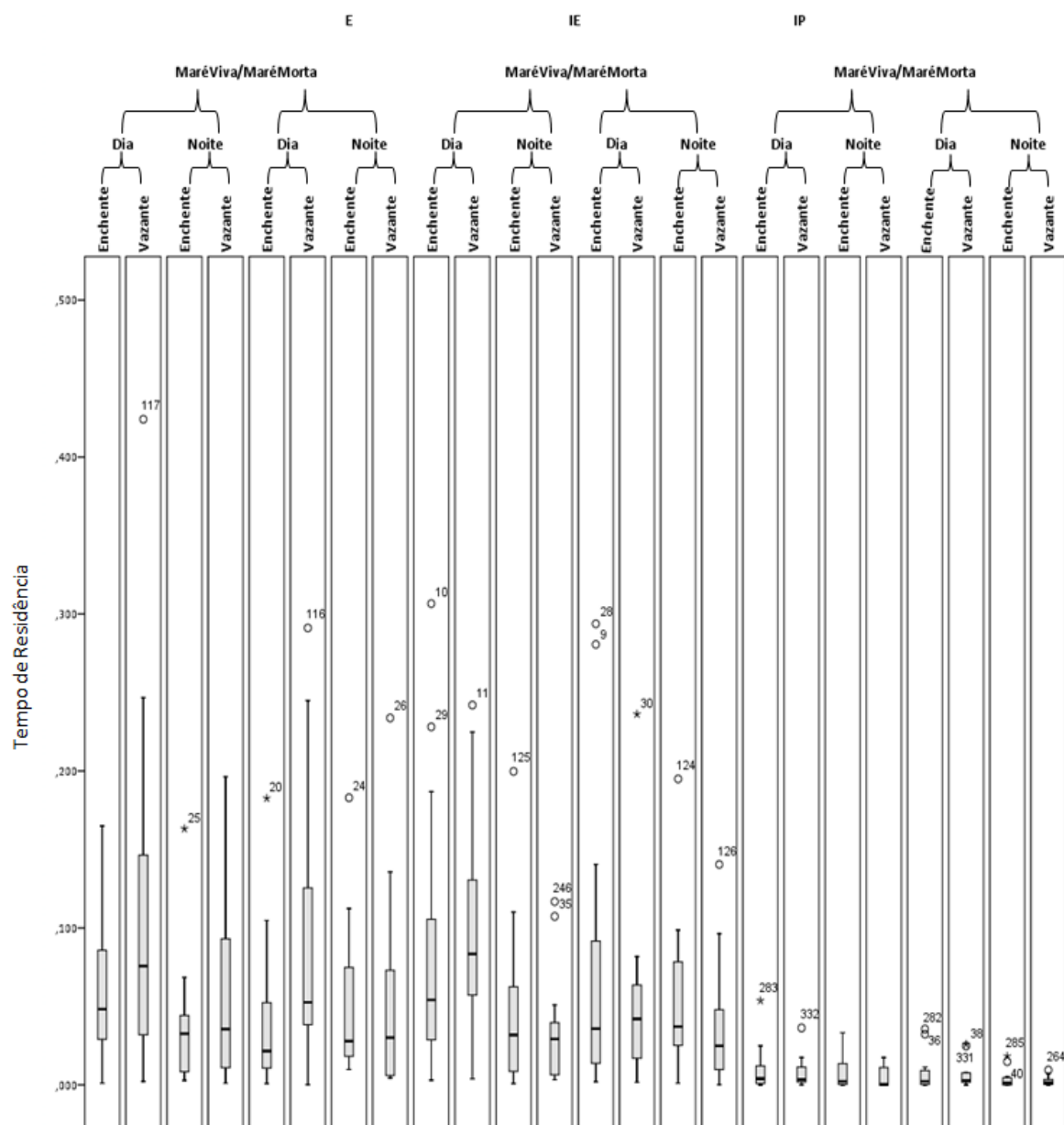
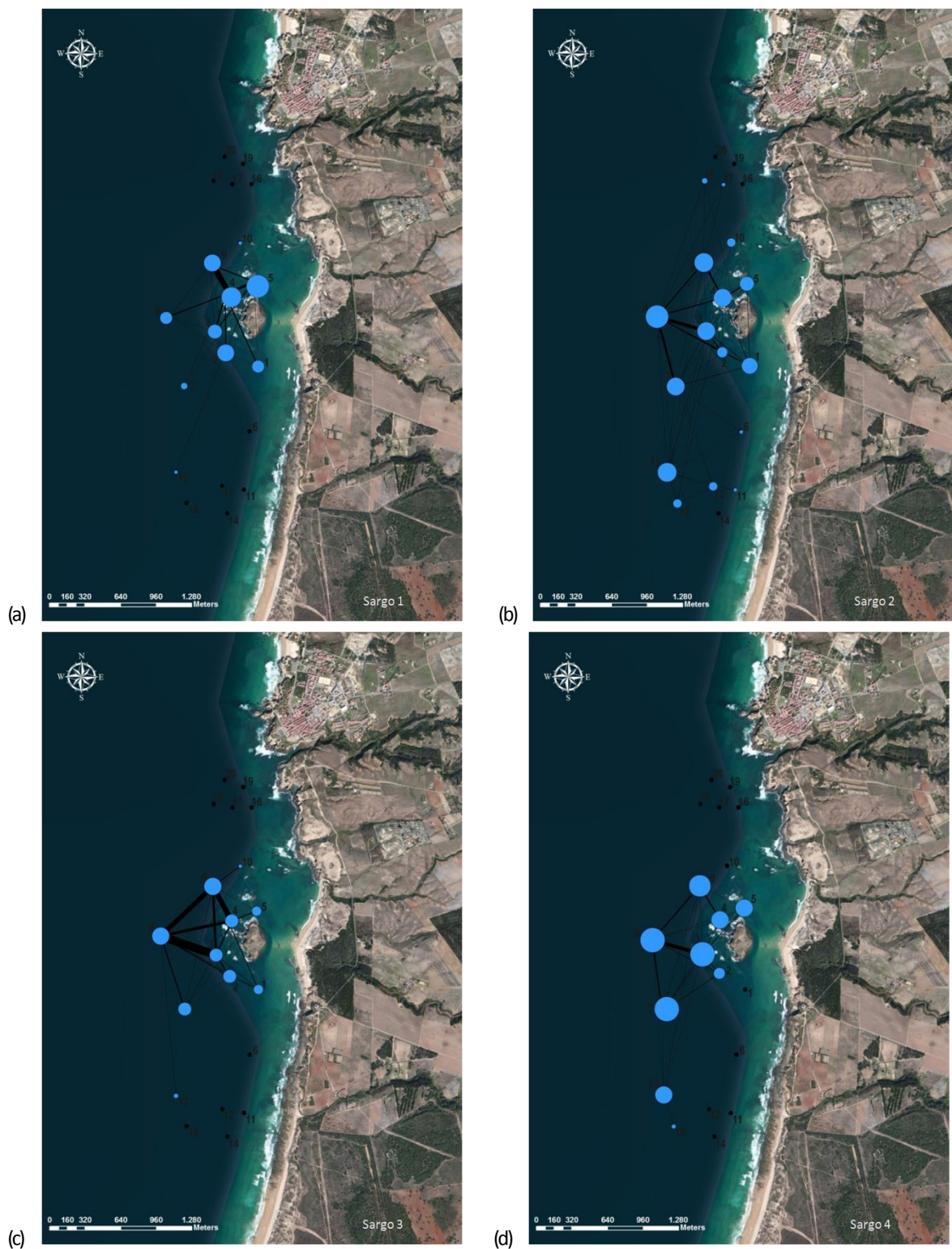


Figura 10. Caixas de bigodes correspondentes à variação do tempo de residência consoante a zona da área de estudo, o ciclo de maré, o período do dia e o período de maré. E ( Zona Exterior), IE ( Zona Interior Exposta) e IP ( zona Interior Protegida).

A análise espacial dos sargos marcados no interior da AMP foi complementada com uma análise de redes que conduziu à construção dos diagramas apresentados na Figura 11.



**Figura 11.** Representação gráfica da análise de redes (UCINET) ilustrativa dos movimentos realizados dentro da AMP por cada sargo. Os círculos correspondem à localização de cada estação de recepção colocada, sendo que a sua dimensão reflecte a centralidade da mesma, calculada com base no grau de centralidade dos nós. A espessura dos vectores reflecte a frequência desse movimento de interligação de áreas. (a) a (r) correspondem aos diagramas dos sargos #1 a #19, com excepção do #17 devido à ausência de registos.



Figura 11. Continuação

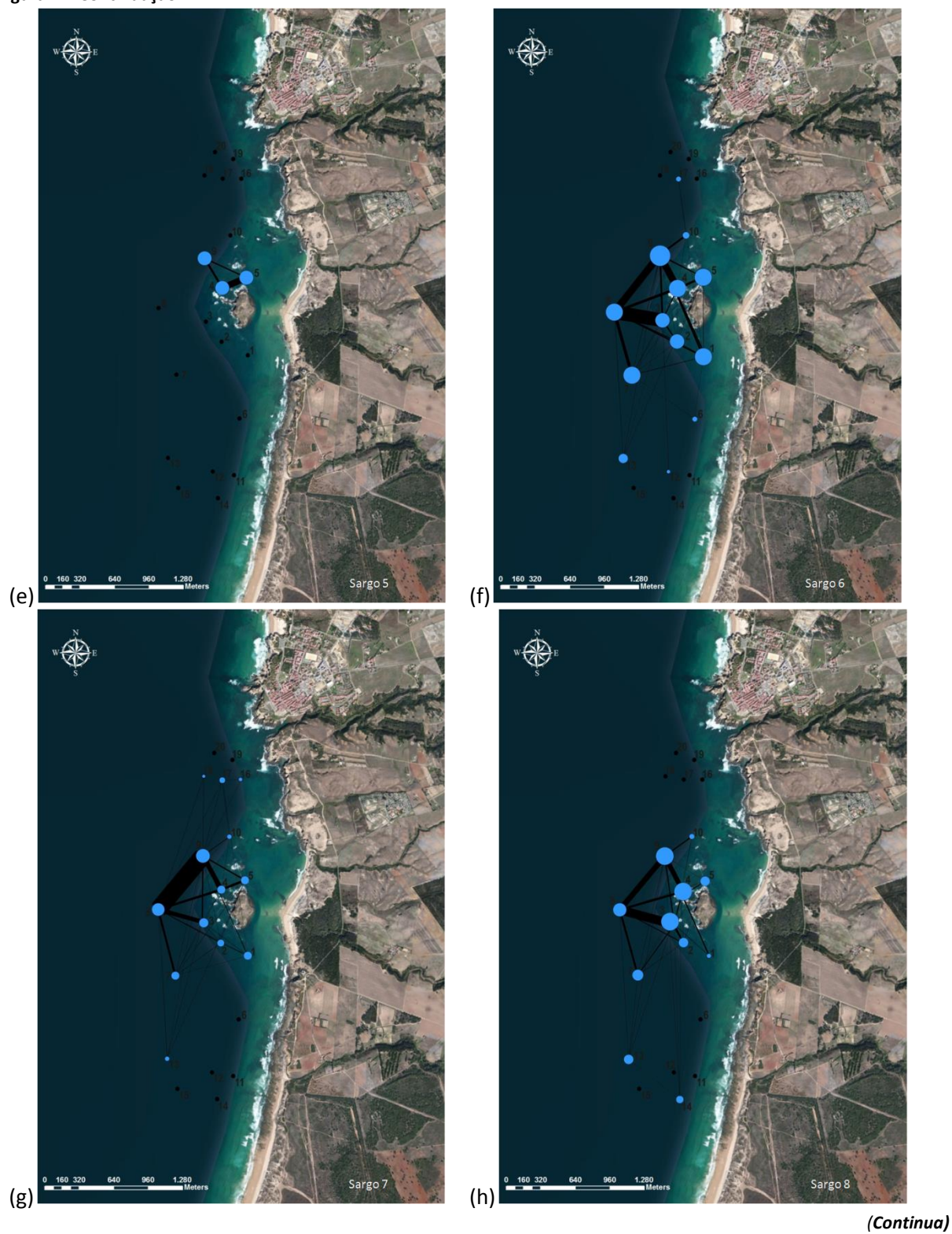
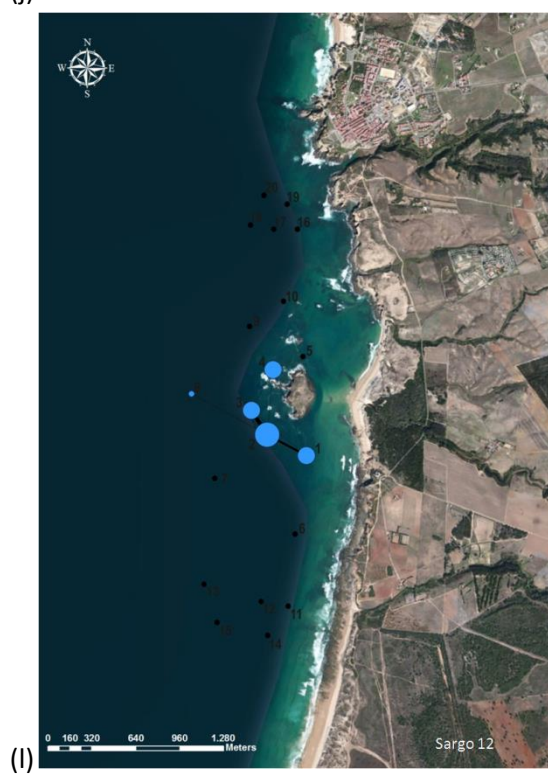
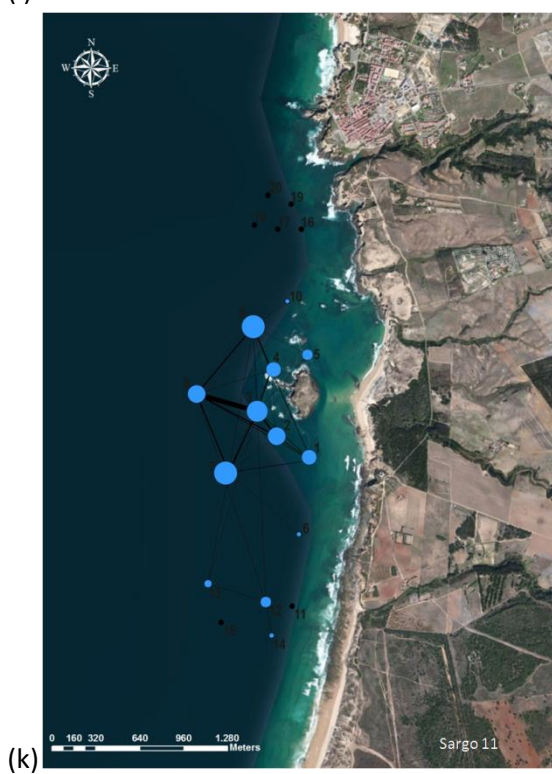
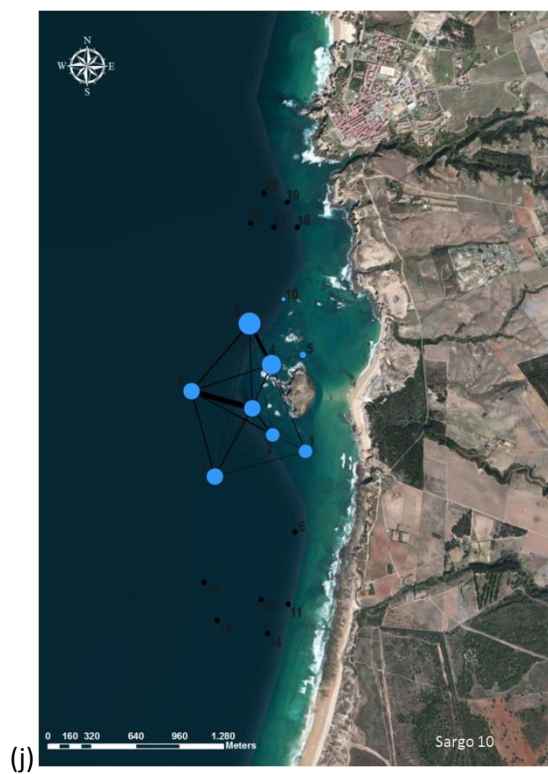


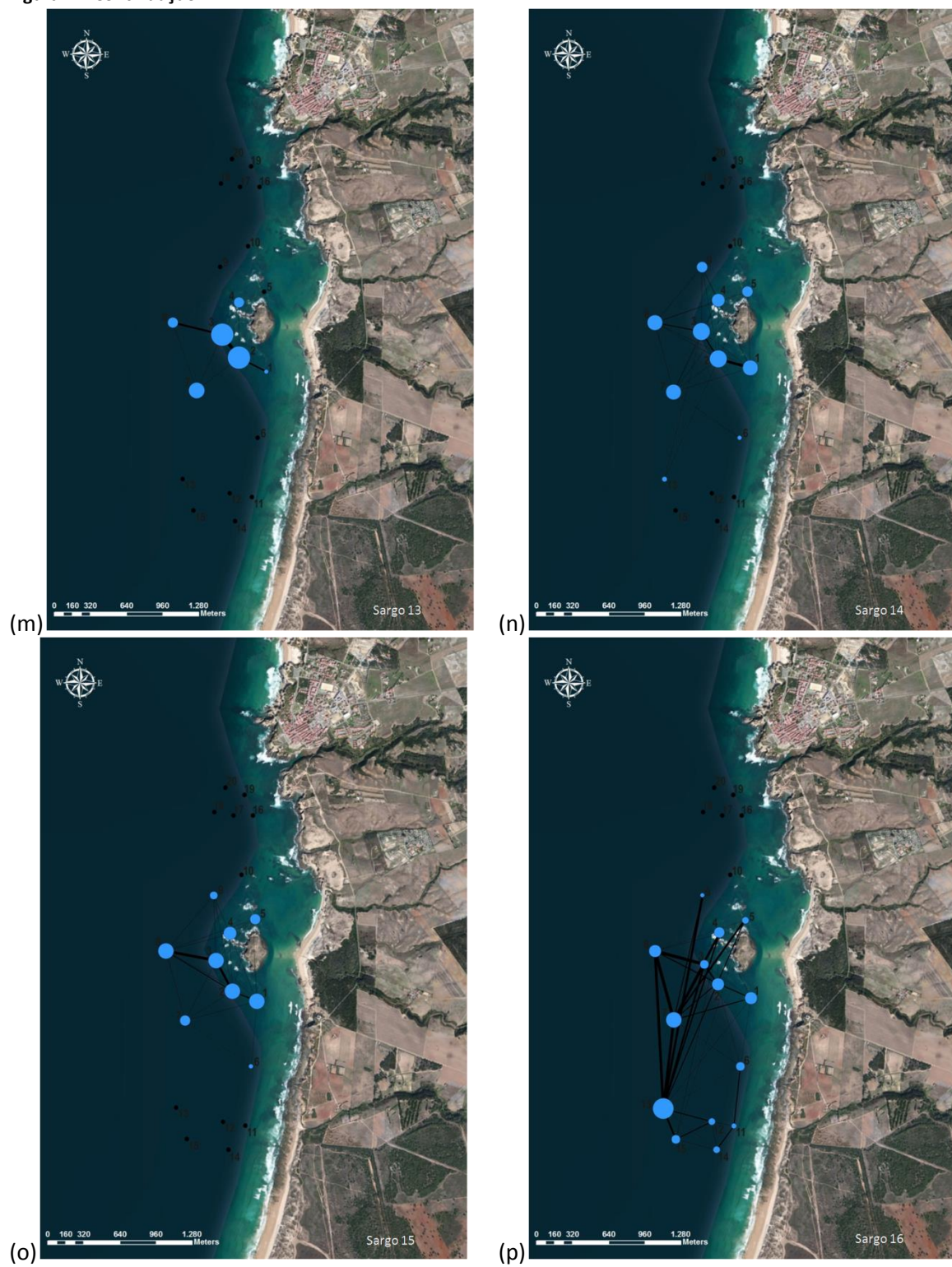


Figura 11. *Continuação*



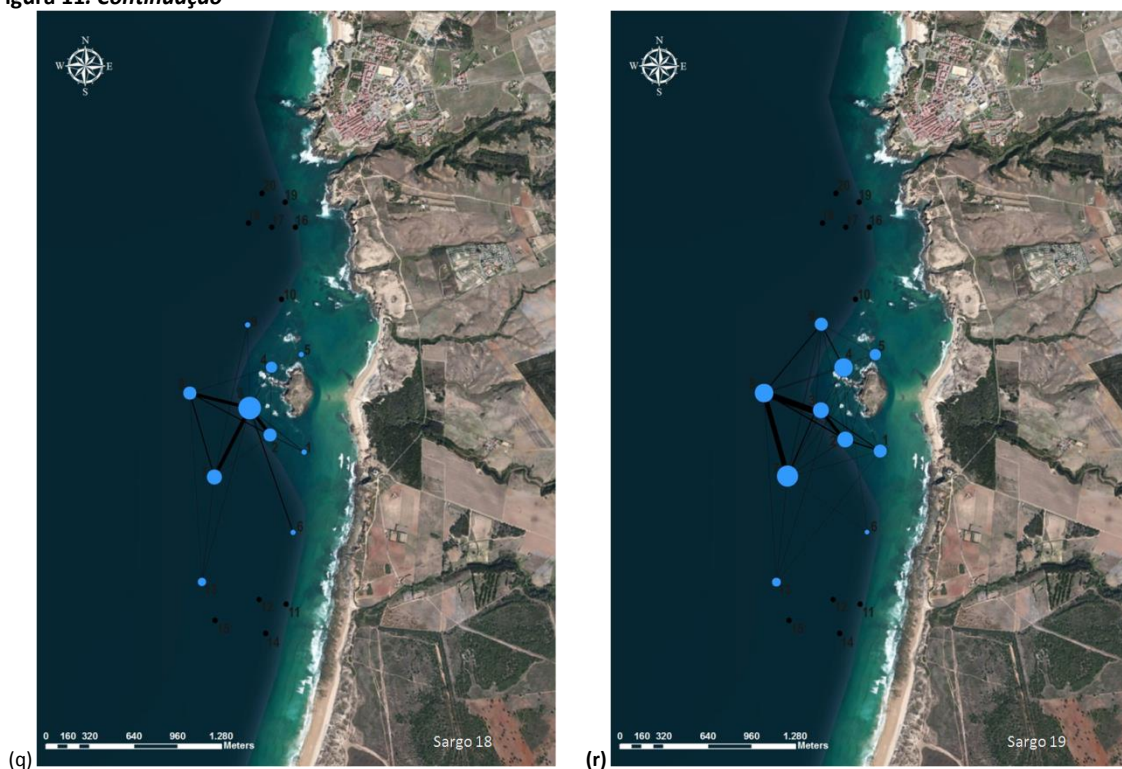
(Continua)

Figura 11. *Continuação*



(*Continua*)

Figura 11. *Continuação*



Os sargos #2, #3, #6, #7, #8, #10, #11 e #12, apresentam maior número de interligações entre os receptores 3—8, 4—9, 8—9; observando-se a frequência destas, quantificada pela espessura do vector, varia com o exemplar. Os sargos #13, #14, #15 e #19 evidenciam também um padrão semelhante entre si, que consiste numa maior centralidade das áreas associadas aos receptores 1, 2, 3 e 8 e num maior número de interligações entre os receptores 1—2, 2—3, e 3—8. Já nos exemplares #1, #4 e #9, as estações de recepção mais centrais são a 4, a 5 e a 9, e as ligações entre os receptores 4—9, e 4—5 são predominantes. O indivíduo #16 é o que apresenta um padrão mais distinto dos restantes, sendo que para este a zona associada ao receptor 13 parece ser o mais relevante, em termos de centralidade. Neste caso podemos observar interligações entre este receptor e todas as estações de recepção das zonas Interior e Exterior.

Para a maioria dos sargos, os receptores junto à ilha demonstram ter um grau de centralidade relevante, apesar de nem sempre serem as mais elevadas, sendo que para alguns exemplares a área associada ao receptor 13 também parece ser importante. É de notar que oito dos 18 sargos com registos apresentam forte interacção entre as estações de recepção 4 e 9 (Figura 10).

Os valores absolutos para o registo *betweenness* mais elevados correspondem ao sargo #16 no receptor 13 (58,019) e ao sargo #7 no receptor 9 (49,717). No que diz respeito aos valores médios, as estações de recepção que revelam *betweenness* mais elevada são a 3, 4, 7, 8, 9 e 13; e os sargos com valores mais elevados para este parâmetro são o #2, #7, #11 e #16 (Tabela 7). É também de notar que o sargo #5 apresenta *betweenness* nula e os sargos #12 e #13 apresentam os valores imediatamente mais baixos, designadamente 0,475 e 0,850. Estes 3 indivíduos são também os que apresentam menor número de detecções (Tabela 3). Para além dos receptores 10, 16, 19 e 20 cujo valor de *betweenness* é nulo, os receptores 11, 14, 17 e 18, apresentam os valores médios mais baixos, entre 0,066 e 0,239 (Tabela 7).

Os valores de *degree centrality* variam entre 0 e 12 (Tabela 7). Considerando os valores de *outdegree centrality*, o sargo #16 apresenta o mais alto (12) no receptor 13, seguido pelos sargos #7 (11) e #2 (10) nos receptores 9 e 7 e 8, respectivamente. Relativamente a *indegree centrality* os valores mais elevados correspondem aos sargos #2 e #7 no receptor número 8 (11) e nos receptores 9 e 4 (10).

**Tabela7. Tabela resumo das medidas de centralidade calculadas para cada sargo, por receptor, incluindo o grau de centralidade e *betweenness***

	Receptor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média
sargo 1	OutDegree	3,000	6,000	4,000	7,000	6,000	0,000	2,000	3,000	5,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,900
	InDegree	3,000	4,000	4,000	7,000	8,000	0,000	1,000	4,000	6,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,900
	Betweenness	0,000	2,583	0,001	15,500	25,750	0,000	0,000	0,000	3,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,350
sargo 2	OutDegree	6,000	6,000	9,000	9,000	7,000	1,000	10,000	10,000	7,000	5,000	1,000	4,000	9,000	0,000	4,000	0,000	1,000	2,000	0,000	0,000	4,550
	InDegree	9,000	6,000	9,000	10,000	7,000	2,000	9,000	11,000	10,000	0,000	1,000	3,000	8,000	0,000	4,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	4,550
	Betweenness	7,000	0,000	8,051	10,384	2,203	0,000	37,015	38,369	20,943	0,000	0,000	14,500	26,338	0,000	2,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,342
sargo 3	OutDegree	2,000	5,000	5,000	5,000	4,000	0,000	6,000	7,000	7,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,150
	InDegree	3,000	4,000	6,000	6,000	3,000	0,000	5,000	8,000	7,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,150
	Betweenness	0,000	0,001	3,000	2,333	0,000	0,000	2,167	20,250	12,583	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,017
sargo 4	OutDegree	0,000	3,000	6,000	5,000	5,000	0,000	7,000	7,000	6,000	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,200
	InDegree	0,000	3,000	7,000	5,000	5,000	0,000	7,000	6,000	6,000	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,200
	Betweenness	0,000	0,000	5,000	0,000	0,000	0,000	8,000	5,000	4,000	0,000	0,000	0,000	14,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,800
sargo 5	OutDegree	0,000	0,000	0,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,300
	InDegree	0,000	0,000	0,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,300
	Betweenness	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
sargo 6	OutDegree	3,000	6,000	6,000	7,000	7,000	2,000	8,000	7,000	9,000	3,000	0,000	1,000	4,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	3,200
	InDegree	7,000	6,000	7,000	6,000	8,000	1,000	8,000	7,000	9,000	0,000	0,000	1,000	3,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	3,200
	Betweenness	11,417	3,067	1,450	3,900	8,950	0,000	22,183	3,433	28,267	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,133
sargo 7	OutDegree	4,000	6,000	8,000	6,000	7,000	0,000	7,000	3,000	11,000	4,000	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	2,000	3,000	2,000	0,000	0,000	3,350
	InDegree	7,000	5,000	8,000	5,000	5,000	0,000	5,000	11,000	10,000	0,000	0,000	0,000	5,000	0,000	0,000	1,000	3,000	2,000	0,000	0,000	3,350
	Betweenness	5,100	1,367	6,767	2,117	4,567	0,000	0,001	9,000	49,717	0,000	0,000	0,000	2,433	0,000	0,000	0,000	1,250	1,867	0,000	0,000	4,209
sargo 8	OutDegree	1,000	5,000	8,000	8,000	5,000	0,000	6,000	7,000	7,000	3,000	0,000	0,000	4,000	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,800
	InDegree	2,000	5,000	8,000	8,000	5,000	0,000	6,000	7,000	8,000	0,000	0,000	0,000	5,000	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,800
	Betweenness	0,000	0,000	16,925	9,033	0,001	0,000	1,967	3,033	11,842	0,000	0,000	0,000	1,875	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,234
sargo 9	OutDegree	0,000	0,000	1,000	6,000	4,000	0,000	3,000	3,000	3,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,050
	InDegree	0,000	0,000	1,000	6,000	4,000	0,000	2,000	3,000	4,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,050
	Betweenness	0,000	0,000	0,000	19,333	1,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,033
sargo 10	OutDegree	4,000	5,000	6,000	7,000	2,000	0,000	6,000	6,000	6,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,150
	InDegree	5,000	5,000	5,000	7,000	1,000	0,000	6,000	6,000	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,150
	Betweenness	0,000	0,000	0,000	10,200	0,000	0,000	0,001	0,001	10,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,020

(Continua)

Tabela7. Continuação

	Receptor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média
sargo 11	OutDegree	5,000	7,000	7,000	6,000	2,000	1,000	8,000	7,000	7,000	1,000	0,000	4,000	3,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,950
	InDegree	6,000	5,000	8,000	6,000	3,000	1,000	9,000	7,000	7,000	0,000	0,000	4,000	2,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,950
	Betweeness	0,000	2,033	8,900	0,001	0,000	0,000	33,967	13,733	23,467	0,000	0,000	23,167	3,733	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,450
sargo 12	OutDegree	2,000	4,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,550
	InDegree	2,000	3,000	3,000	2,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,550
	Betweeness	1,000	7,000	1,500	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,475
sargo 13	OutDegree	1,000	4,000	4,000	2,000	0,000	0,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,750
	InDegree	1,000	4,000	4,000	2,000	0,000	0,000	3,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,750
	Betweeness	0,000	9,000	7,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,850
sargo 14	OutDegree	6,000	7,000	8,000	6,000	5,000	1,000	7,000	7,000	4,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,600
	InDegree	7,000	7,000	7,000	6,000	5,000	1,000	7,000	7,000	4,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,600
	Betweeness	1,483	9,483	10,567	1,500	0,000	0,000	16,400	2,567	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,100
sargo 15	OutDegree	6,000	6,000	7,000	5,000	5,000	1,000	5,000	7,000	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,300
	InDegree	7,000	7,000	7,000	6,000	3,000	1,000	4,000	7,000	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,300
	Betweeness	9,250	3,250	4,750	1,000	0,000	0,000	7,000	4,750	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,500
sargo 16	OutDegree	6,000	3,000	3,000	6,000	3,000	4,000	9,000	6,000	2,000	0,000	3,000	4,000	12,000	3,000	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,400
	InDegree	5,000	6,000	5,000	5,000	3,000	3,000	8,000	6,000	2,000	0,000	3,000	4,000	9,000	4,000	5,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,400
	Betweeness	6,019	1,617	2,500	5,119	0,001	11,150	21,829	6,200	0,000	0,000	4,536	9,376	58,019	3,593	9,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6,951
sargo 18	OutDegree	2,000	5,000	8,000	4,000	1,000	0,000	6,000	5,000	2,000	0,000	0,000	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,750
	InDegree	2,000	5,000	9,000	4,000	0,000	1,000	6,000	4,000	1,000	0,000	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,750
	Betweeness	0,000	3,500	25,667	0,000	0,000	0,000	11,167	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,017
sargo 19	OutDegree	6,000	7,000	7,000	8,000	5,000	1,000	8,000	8,000	6,000	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000
	InDegree	6,000	7,000	7,000	7,000	5,000	1,000	9,000	8,000	6,000	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000
	Betweeness	1,000	1,500	1,500	10,067	0,000	0,000	12,167	4,167	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,520
Média	OutDegree	1,789	2,263	2,421	2,053	1,105	0,421	2,368	2,263	1,316	0,053	0,158	0,421	1,158	0,211	0,211	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	InDegree	1,895	2,316	2,632	2,000	1,000	0,421	2,421	2,158	1,263	0,000	0,158	0,421	1,000	0,263	0,263	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Betweeness	0,987	1,968	3,283	0,931	0,000	0,587	5,449	1,654	1,235	0,000	0,239	1,713	3,250	0,189	0,477	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Os valores médios mais elevados para estas duas medidas, *degree centrality* e *betweenness*, podem ser observados nos sargos #2, #6, #7, #11 e #16 e nos receptores 2, 3, 4, 7, 8 e 9 (Tabela 7), corroborando deste modo a informação obtida nas análises anteriores em que as áreas junto à ilha revelam de facto elevada centralidade.





## 4. Discussão

A utilização da marcação convencional e da telemetria acústica como metodologias complementares, abordagem utilizada com frequência para análise de padrões de movimento de espécies marinhas (Eklund & Shull, 2001; March et al., 2011; Topping & Szedlmayer, 2011), provou ser adequada ao estudo dos movimentos de *Diplodus* sp. na AMP da Ilha do Pessegueiro.

Considerando os resultados previamente apresentados, discutir-se-ão de seguida aqueles que foram considerados mais relevantes tendo em conta o objectivo principal do estudo.

Relativamente ao trabalho desenvolvido utilizando a marcação convencional, foram obtidas taxas de recaptura de 3,47% para *D. sargus* e de 0,61% para *D. vulgaris*. A taxa de recaptura observada para o sargo-legítimo é da mesma ordem de grandeza das taxas de recaptura observadas para esta espécie noutros estudos (Santos et al., 2006; Abecasis, 2008). Para o sargo-safia, a taxa de recaptura foi significativamente inferior, o que pode ser devido ao reduzido número de exemplares marcados, ou, muito provavelmente, a um comportamento mais móvel.

A maioria das recapturas foram realizadas no âmbito das campanhas de marcação em curso e pouco tempo depois de os sargos terem sido marcados (1 dia a 4 meses). No entanto, dois indivíduos foram recapturados por pescadores desportivos fora do período estival de 2012, 5 e 13 meses depois de terem sido marcados. O local da maioria das recapturas realizadas durante as campanhas de marcação e por um pescador no ano subsequente, sugerem que nos encontramos perante uma população residente pelo menos durante o período estival. Contudo, a recaptura efectuada por um pescador em Faro indica que, pelo menos alguns indivíduos, poderão realizar movimentos migratórios ou de dispersão razoavelmente longos (cerca de 250 quilómetros em linha recta). Este resultado é concordante com o estudo efectuado com as mesmas espécies no Algarve, na Ria Formosa (Abecasis et al., 2009), que observou que estes peixes efectuam deslocações consideráveis, tendo recapturado 1 exemplar a 90 quilómetros de distância do local onde foi liberto.

As 3 recapturas efectuadas na ilha do Pessegueiro na campanha de marcação de Outubro de 2013, reforçam a importância da área de estudo para esta espécie, uma vez que comprovam que alguns dos exemplares marcados se encontravam na zona passado 1 ano de

terem sido recapturados pela primeira vez. O que poderá indicar que permaneceram ou que regressaram à área de estudo.

Apesar do esforço de divulgação efectuado, da recompensa oferecida pela devolução da etiqueta externa e informação complementar, apenas dois exemplares foram recapturados por pescadores lúdicos. No entanto, consideramos ser provável que tenham existido mais recapturas efectuadas por pescadores lúdicos e/ou profissionais mas que, ou por desconhecimento, ou falta de vontade de colaborar, não tenham sido devolvidas as marcas. Esta situação é recorrente neste tipo de trabalhos e pode ser atribuída ao facto de uma parte dos exemplares marcados não atingirem o tamanho mínimo de captura ou, porventura, que a captura tenha sido realizada com equipamento ilegal (Abecasis et al., 2009; March et al., 2011). No presente estudo, os exemplares marcados, com excepção de um indivíduo, tinham mais de 15 centímetros de comprimento, tamanho mínimo de captura para *Diplodus* sp., no entanto, foram marcados numa zona interdita à pesca lúdica ou comercial, podendo ser essa a razão da baixa taxa de recaptura observada.

Os exemplares recapturados, apesar de se encontrarem com uma aparente boa condição física, evidenciaram elevada colonização das marcas externas por algas (c.f. Apêndice III-1), o que terá conduzido a um aumento do atrito durante o movimento natatório com o consequente aparecimento de pequenas necroses no local de inserção. A colonização de *T-bar* por algas também foi reportada noutros estudos com espécies do género *Diplodus* sp. (Abecasis et al., 2009; March et al., 2011). O facto de terem sido capturados indivíduos com pequenas cicatrizes no local seleccionado para a implantação das etiquetas externas (i.e., região anterior da base da barbatana dorsal no lado esquerdo do peixe) parece indiciar que alguns dos peixes marcados poderão ter perdido a marca durante o período de estudo (c.f. Apêndice III-2).

No que diz respeito ao trabalho desenvolvido com a telemetria acústica, o número total de detecções obtido foi bastante significativo (236.049), correspondendo a 14,4% das detecções possíveis estimadas para os 60 dias de estudo. Este valor pode, no entanto, corresponder a uma subestimativa do tempo despendido pelos exemplares marcados na área de estudo na medida em que a ausência de registos não significa necessariamente a ausência do peixe na área de estudo, pelo que a interpretação dos dados obtidos terá que ser feita de uma forma cautelosa. A grande complexidade do fundo na área de estudo (substrato rochoso muito irregular), e o ruído provocado pelo elevado hidrodinamismo naquela zona, constituem

factores que diminuem a eficiência da recepção das estações acústicas por condicionarem a propagação do sinal ultrassónico emitido pelo transmissor (Welsh et al., 2012). Acresce que o sargo-legítimo é uma espécie associada sobretudo ao substrato rochoso e que utiliza frequentemente as anfractuosidades deste tipo de fundo para se refugiar (Guidetti, 2000; D'Anna et al., 2011; Abecassis et al., 2013). Nestas condições, o sinal acústico emitido pelo transmissor é consideravelmente atenuado pelo obstáculo físico (i.e., paredes de rocha) que envolvem estes locais utilizados como zona de refúgio, diminuindo também a amplitude de detecção da rede de receptores montada na área de estudo. Considera-se ser provável que esta situação tenha contribuído para um número mais restrito de registos de presença dos indivíduos na zona da AMP coberta por este sistema de monitorização.

O tamanho dos 19 indivíduos marcados com os transmissores acústicos variou entre 27,7 e 36,5 centímetros, pelo que de acordo com o descrito na literatura seriam todos adultos (Martínez & Villegas, 1996; Morato et al., 2003; Mouine et al., 2007; Benchalel & Kara, 2013).

Os resultados conseguidos com recurso à biotelemetria mostram uma forte utilização da AMP por *D. sargus*, durante o período estival, uma vez que os exemplares marcados permaneceram na zona durante a totalidade do período de estudo, apresentando índices de residência muito elevados. Esta elevada fidelidade ao local, foi também relatada para outras populações desta espécie (Abecasis et al., 2009; D'Anna et al., 2011; Abecasis et al., 2013).

Foi identificada uma maior residência dos sargos na AMP da Ilha do Pessegueiro durante o dia. Durante o período nocturno, os tempos de residência mais baixos podem significar que os sargos preferem ficar em áreas adjacentes à AMP ou, que apesar de terem permanecido no interior da AMP têm associado um menor número de registo de presenças por ser sobretudo durante a noite que os sargos procuram áreas de refúgio com elevada complexidade de substrato (D'Anna et al., 2010). Esta maior actividade diurna é considerada característica da espécie *D. sargus* (Abecasis et al., 2013), por ser considerada um predador diurno, cujo comportamento é fortemente influenciado pelo nível de intensidade luminosa (Figueiredo et al., 2005). Para além das diferenças no padrão de residência/movimento relacionadas com o período do dia, o ciclo da maré também parece influenciar o tempo despendido por esta espécie na AMP, o que pode dever-se ao facto dos sargos procurarem zonas e períodos com elevado hidrodinamismo para se alimentar (Sala & Ballesteros, 1997). As marés vivas estão habitualmente associadas a um período de maior agitação marítima

assim como a uma maior amplitude de maré que propicia o acesso a áreas de alimentação na zona intertidal que não estão disponíveis durante as marés mortas.

A análise relativa ao padrão de utilização espacial que os sargos fazem da área de estudo, permitiu aferir que as zona que delimitam a Norte e a Sul a AMP da Ilha do Pessegueiro são pouco utilizadas pelos indivíduos marcados. Apenas os receptores 13 e 15 situados na zona a Sul obtiveram mais registos mas que mesmo assim não são comparáveis aos das restantes zonas na área de estudo. Trabalhos complementares para caracterizar o tipo de fundo na AMP, através da observação em mergulho, e pela utilização de uma sonda associada a uma embarcação de apoio, permitiu realizar uma caracterização grosseira das características do substrato. Os receptores 7, 8 e 9 encontram-se no limite da plataforma rochosa, que termina numa parede vertical com mais de 1 metro de altura, após a qual o substrato é maioritariamente arenoso. Os receptores 13 e 15 localizam-se na proximidade de um cordão de rocha localmente designado por “Castelo”, que se estende desde a costa, com orientação Nordeste-Sudoeste, entre a zona Exterior e a Interior. Em geral, os exemplares marcados apresentaram dois padrões de comportamento diferentes, evidenciando uma utilização mais intensiva das zonas Interior Protegida e Exterior ou da zona Exterior e da zona Interior Exposta. Estas evidências poderão indicar que estes espécimes têm uma elevada fidelidade espacial, apresentando territórios distintos. Uma vez que nos primeiros dois dias de marcação, os exemplares foram maioritariamente marcados na zona Norte da ilha e no último dia na zona Sul, o facto dos primeiros 10 exemplares apresentarem uma maior ocorrência na zona Interior Exposta e os restantes na zona Interior Protegida, aparenta que estes são tendencialmente fiéis ao local de captura.

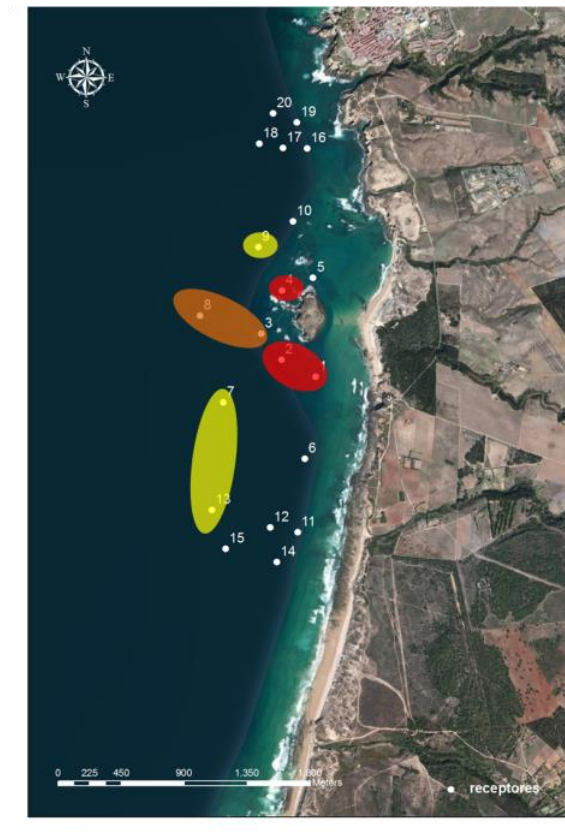
A ANOVA factorial e as caixas de bigodes analisadas para identificar eventuais diferenças relacionadas com a utilização espacial que os sargos fazem da AMP, revelaram diferenças significativas de utilização entre as três zonas designadas, sendo que entre estas a zona Interior Protegida parece destacar-se por ter associada uma utilização menos frequente. No entanto, e à semelhança do que tinha sido constatado na comparação entre os tempos de residência no interior e exterior da AMP, continuam a ser observadas diferenças na utilização das três zonas associadas ao período do dia. Os dados obtidos relativamente ao último ponto referido, indicam uma maior procura da zona Exterior na vazante e das restantes zonas na enchente. Visto que as zonas mais próximas da ilha apresentam maior complexidade de substrato (dados não publicados) e hidrodinamismo, características que favorecem a

alimentação desta espécie, a procura da zona Exterior durante a vazante sugere que esta é utilizada, sobretudo, como área de refúgio, e que estes indivíduos procuram alimentar-se na enchente, altura em que algumas das áreas intertidais da ilha ficam acessíveis. Uma maior actividade durante a enchente e a procura de zonas intertidais para alimentação na maré enchente/cheia foram também verificadas para esta espécie em estudos anteriores noutros locais (Faria & Almada, 2006; Abecassis, 2008). Assim, as zonas Interior Exposta e zona Interior Protegida corresponderiam a zonas de alimentação distintas e a zona Exterior a uma área de refúgio. No entanto, um maior número de detecções na zona Interior na enchente, relativamente à vazante, pode ser um artefacto relacionado com a eficiência de detecção das estações receptoras associado a um aumento da amplitude de detecção nas zonas menos profundas provocado pela subida da maré (Abecassis, 2008) e diminuição do hidrodinamismo.

Ambas as componentes apresentadas (Figura 10 e Tabela 7) da análise de redes aplicada aos dados apontam, no geral, para uma elevada utilização das estações de recepção da zona Interior e também dos receptores 7, 8 e 9, com especial relevância do receptor 13 para alguns dos exemplares. Os exemplares #2, #6, #7, #11, #16 apresentaram valores mais elevados para as medidas de centralidade calculadas, sobretudo de *betweenness*, sendo que estes 5 indivíduos foram também os que apresentaram KDE mais dispersas na área de estudo, o que corresponde a movimentos mais amplos associados a áreas vitais de maiores dimensões.

De acordo com Jacoby et al. (2012) valores mais altos de *betweenness* e valores mais baixos de *degree centrality* reflectem um comportamento do tipo *roaming*, ou seja, movimentam-se bastante dentro da sua área vital, padrão observado na maioria dos sargos marcados (#1, #2, #3, #5, #6, #7, #8, #9, #11, #12, #13, #14, #16 e #18). Valores opostos ao referido anteriormente, são indicativos de *refuging*, isto é realizam movimentos confinados a uma área mais restrita, comportamento evidenciado pelos sargos #4, #10, #15 e #19. Do mesmo modo, ao observar os valores obtidos ao longo da área de estudo, é possível concluir que os receptores 7, 9 e 13, com valores mais elevados de *betweenness*, correspondem a zonas de passagem, possivelmente de entrada e saída da área de estudo. Ao passo que os receptores 1, 2 e 4, com valores mais elevados de *degree centrality*, apresentam-se como zonas de permanência. Como os receptores 3 e 8, apresentam valores elevados para ambas as medidas, isto indicará que apresentam ambas as características referidas (Figura 12), o que é coerente com a disposição espacial dos mesmos, uma vez que são os mais centrais, sendo

que o receptor 8, tal como o 7 e 9, se encontra no limite da plataforma rochosa; e o 3 se encontra junto ao “Palheirão” (extensão rochosa da ilha que forma uma saliência que divide a zona oeste da mesma).



**Figura 12.** Mapa das diferentes áreas identificadas com recurso à análise de redes ● zonas de passagem; ● zonas de permanência; ● zonas mistas.

Estes resultados sugerem que as áreas associadas aos receptores 8 e 3, podem corresponder a uma área de refúgio, enquanto as mais interiores 1, 2 e 4 revelam uma utilização provável como área de alimentação, o que é congruente com os resultados obtidos com a distribuição de Kernel.

## 5. Considerações finais

As técnicas de análise de dados foram aplicadas com sucesso, sendo de realçar que a aplicação da análise de redes a dados recolhidos através de técnicas de biotelemetria é recente e muito pouco utilizada. A informação obtida com base na marcação convencional complementou os dados conseguidos com a utilização de biotelemetria, na medida em que corroboram a existência de uma população de sargo-legítimo residente na AMP da Ilha do Pessegueiro. Acrescentam, no entanto, evidências destes animais poderem efectuar deslocações mais longas não identificáveis apenas com base no delineamento experimental associado à abordagem com telemetria acústica, mas indiciadas pela recaptura de um exemplar a cerca de 250 quilómetros de distância do local de libertação.

Deste modo, conclui-se que a AMP da Ilha do Pessegueiro é, de facto, uma importante zona de alimentação para *Diplodus* sp., e que a dimensão da mesma é apropriada ao padrão de movimentos e dimensão da área vital destas espécies, observados durante o Verão. É também de realçar que os exemplares estudados apresentaram padrões de comportamento diferentes entre si, o que pode estar relacionado com o género do peixe, visto que, tal como reportado por Mouine et al. (2007), esta espécie apresenta segregação espacial fora da época reprodutiva, contudo não foi possível identificar o sexo do peixe no presente estudo. A reduzida quantidade de detecções registadas a Norte e a Sul indiciam que os exemplares não se deslocaram com frequência para as zonas limítrofes da AMP reforçando assim a adequabilidade da dimensão desta área protegida para a espécie em questão.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a população de sargo-legítimo estudada é residente na área de estudo e apresenta elevada fidelidade espacial, sendo a região envolvente da Ilha do Pessegueiro importante como área de alimentação e, possivelmente, refúgio. Consequentemente, a protecção conferida à região com a criação da AMP é uma medida apropriada, e importante para a conservação e exploração sustentável do sargo-legítimo e safia no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, assegurando a protecção destas espécies, pelo menos, durante o período estival. A criação da AMP em conjunto com o período de defeso estabelecido para género *Diplodus* sp. no PNSACV asseguram a protecção de uma importante área de alimentação, e o período reprodutivo da espécie, respectivamente. Assim a vulnerabilidade da espécie poderá incidir sobretudo na possível migração desde as áreas de alimentação para as de reprodução, período durante o

qual não se encontra ao abrigo de qualquer tipo de protecção legal para além do defeso se o movimento for efectuado entre Fevereiro até meados de Março.

O aprofundar do conhecimento dos padrões de movimento de *Diplodus sargus*, é outra das conclusões extraídas, salientando-se que estes não são homogéneos e variam entre as zonas definidas no decorrer do estudo, e também consoante o exemplar, sendo evidente uma maior actividade diurna, especialmente em marés mortas, bem como uma maior utilização das zonas mais próximas da Ilha e pedras ilhadas durante a enchente.

Os dados obtidos são relativos ao Verão, pois o estado do mar e as condições de agitação marítima da zona impossibilitaram a realização do estudo durante as restantes estações do ano porque o risco de perder o equipamento de monitorização (*i.e.*, rede de receptores de telemetria acústica) foi considerado demasiado elevado. Por esse motivo, a duração do período de amostragem não permite analisar a variabilidade sazonal dos movimentos de *D. sargus* na AMP durante a totalidade do ciclo anual.

Uma parte da informação recolhida no presente trabalho (tarefa marcação-recaptura) estava dependente da colaboração da comunidade piscatória profissional e lúdica que opera na área marinha do PNSACV. Ao longo do estudo, foi dada alguma informação não confirmada da existência de recapturas não relatadas por parte de pescadores que operam na área imediatamente adjacente à AMP da Ilha do Pessegueiro. Considera-se que uma maior colaboração por parte da comunidade piscatória profissional e lúdica seria desejável, na medida em que a informação relativa à recaptura de exemplares marcados permitiria uma maior compreensão dos movimentos de dispersão de *Diplodus* sp. para além da área de estudo, e também aferir taxas de mortalidade associadas à pesca lúdica e comercial de esparídeos.

Com base nas conclusões apresentadas e o interesse deste tipo de trabalho, futuras campanhas de marcação poderiam permitir obter taxas de recaptura mais significativas e, conseqüentemente, um melhor entendimento do comportamento destas espécies na nossa costa, bem como as possíveis migrações efectuadas ao longo da mesma. Seria também interessante verificar se o comportamento e padrões de movimento se mantêm noutras estações do ano, em particular durante o período reprodutivo, para avaliar se esta zona também é importante para a reprodução desta espécie. Uma vez que o sargo-safia também é um recurso relevante no PNSACV, a utilização de telemetria acústica para o estudo dos seus



movimentos seria importante para uma melhor compreensão dos padrões de movimento e da importância da Ilha do Pessegueiro para esta espécie.

Tendo em vista os objectivos delineados para este trabalho, conclui-se que estes foram atingidos e que foi gerada informação importante que poderá contribuir para uma melhor gestão da AMP avaliada, em particular no que diz respeito aos stocks das espécies em causa, aportando assim um acrescido interesse socio-económico.



## 6. Referências Bibliográficas

Abecasis, D.M.A., 2008. *Aplicação de marcação convencional e telemetria no estudo dos movimentos de quatro espécies de esparídeos na Ria Formosa*. Tese de Mestrado. Faro: Universidade do Algarve.

Abecasis, D., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, P., Gonçalves, J.M.S., Ribeiro, J. & Erzini, K., 2008. Ageing seabreams: A comparative study between scales and otoliths. *Fisheries Research*, 89, pp.37-48.

Abecasis, D., Bentes, L. & Erzini, K., 2009. Home range, residency and movements of *Diplodus sargus* and *Diplodus vulgaris* in a coastal lagoon: Connectivity between nursery and adult habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85, pp.525-29.

Abecasis, D., Bentes, L., Lino, P.G., Santos, M.N. & Erzini, K., 2013. Residency, movements and habitat use of adult white seabream (*Diplodus sargus*) between natural and artificial reefs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 118, pp.80-85.

Afonso, P., Fontes, J., Holland, K.N. & Santos, R.S., 2009. Multi-scale patterns of habitat use in a highly mobile reef fish, the white trevally *Pseudocaranx dentex*, and their implications for marine reserve design. *Marine Ecology Progress Series*, 381, pp.273-86.

Afonso, P., Fontes, J., Holland, K.N. & Santos, R.S., 2008. Social status determines behaviour and habitat usage in a temperate parrotfish: implications for marine reserve design. *Marine Ecology Progress Series*, 359, pp.215-27.

Afonso, P., Fontes, J. & Santos, R.S., 2011. Small marine reserves can offer long term protection to an endangered fish. *Biological Conservation*, 144, pp.2739-44.

Allison, G.W., Lubchenko, J. & Carr, H.M., 1998. Marine Reserves are necessary but not sufficient for Marine Conservation. *Ecological Applications*, 8(1), pp.79-92.

Alós, J., Cabanellas-Reboredo, M. & March, D., 2012. Spatial and temporal patterns in the movement of adult two-banded sea bream *Diplodus vulgaris* (Saint-Hilaire, 1817). *Fisheries Research*, 115/116, pp.82-88.

Andrews, K.S., Levin, P.S., Katz, S.L., Farrer, D., Galluci, V.F. & Bargmann, G., 2007. Acoustic monitoring of sixgill shark movements in Puget Sound: evidence for localized movement. *Canadian Journal of Zoology*, 85, pp.1136-42.

Ardre, F., 1970. Contribution a l'étude des algues marines du Portugal. I. La flore. *Portugaliae Acta Biológica, Série B*, X(1-4): 1-423.

Baeta, A.F.R., 2009. *Environmental impact of sustainability of portuguese fisheries*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.

Baeta, F. & Cabral, H., 2005. *Status of Portuguese Fisheries*. Lisboa: Instituto de Oceanografia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

Bauchot, M.L. & Hureau, J.C., 1986. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO.

Baum, J.K. & Worm, B., 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology*, 78, pp.699-714.

Benchalel, W. & Kara, M.H., 2013. Age, growth and reproduction of the white seabream *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758) off the eastern coast of Algeria. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, pp.64-70.

Beyer, H.L., 2004. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS. Disponível em <http://www.spatialecology.com/htools>.

Bonnet, M., 1969. Les Sparides des Cotes Nord-Ouest Africaines. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 33(1), pp.97-116.

Borgatti, S.P., Everett, M.G. & Freeman, L.C., 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. *Harvard, MA: Analytic Technologies*.

Botsford, L.W., Brumbaugh, D.R., Grimes, C., Kellner, J.B., Largier, J., O'Farrell, M.R., Ralston, S., Soulanille, E. & Wespestad, V., 2009. Connectivity, sustainability, and yield: bridging the gap between conventional fisheries management and marine protected areas. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19, pp.69-95.

Botsford, L.W., Micheli, F. & Hastings, A., 2003. Principles for the design of Marine Reserves. *Ecological Applications*, 13(1), pp.25-31.

Burt, W.H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 24(3), pp.346-52.

Buxton, C.D. & Garratt, P.A., 1990. Alternative reproductive styles in seabreams (Pisces : Sparidae). *Environmental Biology of Fishes*, 28, pp.113-24.

Campbell, H.A., Watts, M.E., Dwyer, R.G. & Franklin, C.E., 2012. V-Track: software for analysing and visualising animal movement from acoustic telemetry detections. *Marine and Fresh Water Research*, 63, pp.815-20.

Carr, M.H., Anderson, T.W. & Hixon, M.A., 2002. Biodiversity, population regulation, and the stability of coral-reef fish communities. *PNAS*, 99(17), p.11241–11245.

Carvalho, M.A.D.S.A., 1993. *Estudo das comunidades intertidais de macroalgas bentónicas da Área de Paisagem Protegida do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina*. Relatório de Estágio. Faro: Universidade do Algarve.

Castro, J.J., 2004. *Predação humana no litoral rochoso alentejano: caracterização, impacte ecológico e conservação*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora.

Castro, J.J. & Cruz, T., 2009. Marine Conservation in a Southwest Portugal Natural Park. *Journal of Coastal Research*, 56, pp.385-89.

Cejas, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badía, P., Bolaños, A. & Lorenzo, A., 2003. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*, 216, pp.299-313.

Chateaux, O. & Wantiez, L., 2009. Movement patterns of four coral reef fish species in a fragmented habitat in New Caledonia: implications for the design of marine protected area networks. *ICES Journal of Marine Science*, 66, pp.50-55.

Coleing, A., 2009. The application of social network theory to animal behaviour. *Bioscience Horizons*, 2(1), pp.32-43.

Correia, A.T., Pipa, T., Gonçalves, J.M.S., Erzini, K., Hamer, P.A., 2011. Insights into population structure of *Diplodus vulgaris* along the SW Portuguese coast from otolith elemental signatures. *Fisheries Research*, 111, pp.82-91.

Costa, R.D.C.F.B.F., 2009. *Geologia do PNSACV\_ Caracterização geral e actividades geoeducativas*. Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.

D'Anna, G., Giacalone, V.M., Pipitone, C. & Badalamenti, F., 2011. Movement pattern of white seabream, *Diplodus sargus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae) acoustically tracked in an artificial reef area. *Italian Journal of Zoology*, 78(2), pp.255-63.

Decreto-Lei nº241/88. D.R. I série. 155(88-7-7) 2781-2792

Decreto-Lei nº26/95. D.R. I série -B.219(95-11-21)5915- 5917

Decreto Regulamentar nº43/87.D.R.I série. 162(87-07-17) 2814-2830

DGRM, 2013. *Recursos da Pesca*. Lisboa.

Di Franco, A., Gillanders, B.M., Di Benedetto, G., Pennetta, A., De Leo, G.A. & Guidetti, P., 2012. Dispersal Patterns of Coastal Fish: Implications for Designing Networks of Marine Protected Areas. *Plos One*, 7(2).

Dulčić, J., Pallaoro, A., Matić-Skok, S., Dragičević, B., Tutman, P., Grgičević, R., Stagličić, N., Bukvić, V., Pavličević, J., Glamuzina, B. & Kraljević, M., 2011. Age, growth and mortality of common two-banded seabream, *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), in the eastern Adriatic Sea (Croatian coast). *Journal of Applied Ichthyology*, 27, p.1254–1258.

Duponchelle, F. & Panfili, J., 1998. Variations in age and size at maturity of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from man made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of Fish*, 52, pp.453-65.

Eklund, A.M. & Shull, J., 2001. A stepwise approach to investigating the movement patterns and habitat utilization of the goliath grouper, *Epinephelus itajara*, using conventional tagging, acoustic telemetry and satellite tracking. *Electronic Tagging and Tracking in Marine Fisheries*, pp.189-216.

FAO, 2012a. *The state of world fisheries and aquaculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, 2012b. *Fishery and Aquaculture Statistics 2010*. yearbook. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Faria, C. & Almada, V.C., 2006. Patterns of spatial distribution and behaviour of fish on a rocky intertidal platform at high tide. *Marine Ecology Progress Series*, 316, pp. 155-164.

Figueiredo, M., Morato, T., Barreiros, P.J., Afonso, P. & Santos, R.S., 2005. Feeding ecology of the white seabream, *Diplodus sargus*, and the ballan wrasse, *Labrus bergylta*, in the Azores. *Fisheries Research*, 75, pp.107-19.

Fiúza, A.F.G., 1982. The portuguese coastal upwelling system. In *"Present Problems of Oceanography in Portugal"*. Lisboa, 1982.

Fiúza, A.F.G., 1983. Upwelling Patterns off Portugal. In E. Suess & J. Thiede, eds. *Coastal Upwelling Its Sediment Record*. Springer US. pp. 85-98.

García-Rubies, A. & Zabala, M., 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 54(4), pp.317-28.

Gomes, M.C., Serrão, E. & Borges, M.d.F., 2001. Spatial patterns of groundfish assemblages on the continental shelf of Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, 58, p.633-647.

Gómez, D., Figueira, J.R. & Eusébio, A., 2013. Modeling centrality measures in social network analysis using bi-criteria network flow optimization problems. *European Journal of Operational Research*, 226, pp.354-65.

Gonçalves, M.S.J., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, G.P., Monteiro, C.C., Ribeiro, J. & Erzini, K., 2003. Age and growth, maturity, mortality and yield-per-recruit for two banded bream (*Diplodus vulgaris* Geoffr.) from the south coast of Portugal. *Fisheries Research*, 62, p.349-359.

Gonçalves, J.M.S., 2000. *Biologia Pesqueira e Dinâmica Populacional de Diplodus vulgaris (Geoffr.) e Spondyllosoma cantharus (L.) (Pisces, Sparidae) na Costa Sudoeste de Portugal*. Tese de Doutoramento. Faro: Universidade do Algarve.

Gonçalves, J.M.S. & Erzini, K., 2000. The reproductive biology of the two banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) from the southwest coast of Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 16, pp.10-116.

Gordoa, A. & Molí, B., 1997. Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 33, pp.123-29.

Guidetti, P., 2000. Differences Among Fish Assemblages Associated with Nearshore Posidonia oceanica Seagrass Beds, Rocky-algal Reefs and Unvegetated Sand Habitats in the Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50, pp.515-529.

Guidetti, P. & Sala, E., 2007. Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 335, pp.43-57.

Halpern, B.S., 2003. The Impact Of Marine Reserves: Do Reserves Work and Does Reserve Size Matter? *Ecological Applications*, 13(1), pp.117-37.

Harmelin-Vivien, M.L., Harmelin, J.G. & Leboulleux, V., 1995. Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 300/301, pp.309-20.

Hays, G.C., Bradshaw, C.J.H., James, M.C., Lovell, P., Sims, D.W., 2007. Why do Argos satellite tags deployed on marine animals stop transmitting? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349, pp.52-60.

Hemson, G., Johnson, P., South, A., Kenward, R., Ripley, R. & Macdonald, D., 2005. Are kernels the mustard? Data from global positioning system (GPS) collars suggests problems for kernel homerange analyses with least-squares cross-validation. *Journal of Animal Ecology*, 74, p.455–463.

Heupel, M.R., Simpfendorfer, C.A. & Hueter, R.E., 2004. Estimation of shark home ranges using passive monitoring techniques. *Environmental Biology of Fishes*, 71, pp.135-42.

Holmlund, C.M. & Hammer, M., 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics*, 29, pp.253-68.

Horta e Costa, B., Erzini, K., Caselle, J.E., Folhas, H. & Gonçalves, E.J., 2013. ‘Reserve effect’ within a temperate marine protected area in the north-eastern Atlantic (Arrábida Marine Park, Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 481, pp.11-24.

IBM, 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.

ICNB, 2008. *Plano de Ordenamento do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e costa Vicentina*. Estudos de Base : Etapa I. Volume II. Lisboa: HIDROPROJECTO Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade.

INE, 2012a. *Census 2011*. Resultados Definitivos. Portugal: Instituto Nacional de Estatística.

INE, 2012b. *Estatísticas da Pesca 2011*. Lisboa-Portugal: Instituto Nacional de Estatística.

Instituto Hidrográfico, 2012. *Previsão de Marés: Porto de Sines*. [Em linha] Disponível em: <http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php>.

Jacoby, D.M.P., Brooks, E.J., Croft, D.P. & Sims, D.W., 2012. Developing a deeper understanding of animal movements and spatial dynamics through novel application of network analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, pp.574-83.

Kaplan, D.M., Botsford, L.W. & Jorgensen, S., 2006. Dispersal per recruit: An efficient method for assessing sustainability in marine reserve networks. *Ecological Applications*, 16(6), pp.2248-63.

Kelleher, G. & Kenchington, R., 1992. *Guidelines for establishing Marine Protected Areas*. A Marine Conservation and Development Report. Gland, Switzerland: IUCN IUCN.

Kohler, N.E. & Turner, P.A., 2001. Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environmental Biology of Fishes*, 60, pp.191-223.

Kramer, D.L. & Chapman, M.R., 1999. Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. *Environmental biology of Fishes*, 55, pp.65-79.

La Mesa, G., Molinari, A., Bava, S., Finoia, M.G., Cattaneo-Vietti, R. & Tunesi, L., 2011. Gradients of abundance of sea breams across the boundaries of a Mediterranean marine protected area. *Fisheries Research*, 111(1-2), pp.24-30.

La Mesa, G., Molinari, A., Gambacinni, S. & Tunesi, L., 2010. Spatial pattern of coastal fish assemblages in different habitats in North-western Mediterranean. *Marine Ecology*, pp.1-11.

Leitão, F., Santos, M.N. & Monteiro, C.C., 2007. Contribution of artificial reefs to the diet of the white sea bream (*Diplodus sargus*). *ICES Journal of Marine Science*, 64, pp.473-78.

Lloret, J. & Planes, S., 2003. Condition, feeding and reproductive potential of White sea bream (*Diplodus sargus*) as indicators of habitat quality and the effect of reserve protection in the northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 248, pp.197-208.

Loureiro, C., Ferreira, Ó. & Cooper, J.A.G., 2010. Impactos de temporais em praias encastradas do sudoeste Algarvio: respostas morfodinâmicas em ambientes de elevada energia. In *Actas do V Congresso Nacional de Geomorfologia*. Porto, 2010. Congresso Nacional de Geomorfologia.

Makagon, M.M., McCowan, B. & Mench, J.A., 2012. How can social network analysis contribute to social behavior research in applied ethology? *Applied Animal Behaviour Science*, 138, pp.152-61.

Mann, B.Q. & Buxton, C.D., 1992. Diets of *Diplodus sargus capensis* and *D. cervinus hottentotus* (Pisces: Sparidae) on the Tsitsikamma coast, South Africa. *Koedoe - African Protected Area Conservation and Science*, 35(2), pp.27-36.

Man-Wai, R. & Quinard, J.-P., 1982. Les sars *Diplodus sargus* (Linne, 1758) du Golf du Lion: Croissance et caractéristiques des débarquements aux criées de Sète et du Grau-du-Roi. *Rei'. Trav. Inst. Pêches marit.*, 46(3), pp.173-94.

March, D., Alós, J., Grau, A. & Palmer, M., 2011. Short-term residence and movement patterns of the annular seabream *Diplodus annularis* in a temperate marine reserve. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92, pp.581-87.

Martínez, C.P. & Villegas, M.L.C., 1996. Edad, crecimiento y reproducción de *Diplodus sargus* Linnaeus, 1758 (Sparidae) en aguas asturianas (norte de España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 12(1), pp.65-76.

McClanahan, T.R. & Mangi, S., 2000. Spillover of exploitable fishes from a Marine Park and its effect on the adjacent fishery. *Ecological Applications*, 10(6), p.1792–1805.

Morato, T., Afonso, P., Lourinho, P., Nash, R.D.M. and Santos, R.S., 2003. Reproductive biology and recruitment of the white sea bream in Azores. *Journal of Fish Biology*, 63, pp.59-72.

Mouine, N., Francour, P., Ktari, M.H. & Chakroun-Marzouk, N., 2007. The reproductive biology of *Diplodus sargus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). *Scientia Marina*, 71(3), pp.461-69.

Nelson, J.S., 2006. *Fishes of the World*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons.



Observatório Astronómico de Lisboa, 2012. *Nascimento e Ocaso do Sol (PORTO)*. [Em linha] Disponível em: <http://oal.ul.pt/documentos/solporto2012.pdf> 8

O'Toole, A.C., Danylchuk, A.J., Goldberg, T.L., Susky, C.D., Philipp, D.P., Brooks, E. & Cooke, S.J. , 2011. Spatial ecology and residency patterns of adult great barracuda (*Sphyrna barracuda*) in coastal waters of The Bahamas. *Marine Biology*, 158, p.2227–2237.

Pallaoro, A., Santic, M. & Jardas, I., 2006. Feeding habits of the common two-banded sea bream, *Diplodus vulgaris* (Sparidae), in the eastern Adriatic Sea. *Cybium*, 30(1), pp.19-25.

Pita, P. & Freire, J., 2011. Movements of three large coastal predatory fishes in the northeast Atlantic: a preliminary telemetry study. *scientia marina*, 75(4), pp.759-70.

Pittman, S.J. & McAlpine, C.A., 2003. Movements of Marine Fish and Decapod Crustaceans: Process, Theory and Application. *Advances in Marine Biology*, 44, pp.205-94.

Portaria nº 115-A/2011. D.R. I Série.59 (2011-03-24) 1668.

Powell, R.A., 2000. *Research techniques in animal ecology : controversies and consequences*. New York: Columbia University Press.

R Development Core Team, 2008. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria. Disponível em <http://www.R-project.org>.

Ré, P.M.A.B., 1984. *Ictioplâncton da região central da costa portuguesa e do estuário do tejo. Ecologia da postura e da fase planctónica de sardina pilchardus (Walbaum,1792) e de Engraulis encrasicolus (Linné, 1758)*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros nº11-B/11. D.R. I série. 284(11-2-4) 7726-7727

Rosecchi, E., 1985. L'alimentation de *Diplodus anularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* et *Sparus aurata* (Pisces, Sparidae) dans le golfe du Lion et les Lagunes Littorales. *Reu. Trau. Inst. Pêches marit.*, 49(3 e 4), pp.121-45.

Russ, G.R., 2002. Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. In P.F. Sale, ed. *Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*. Academic Press. Ch. 19. pp.421-43.

Rutz, C. & Hays, G.C., 2009. New frontiers in biologging science. *Biology Letters*, 5, pp.289-92.

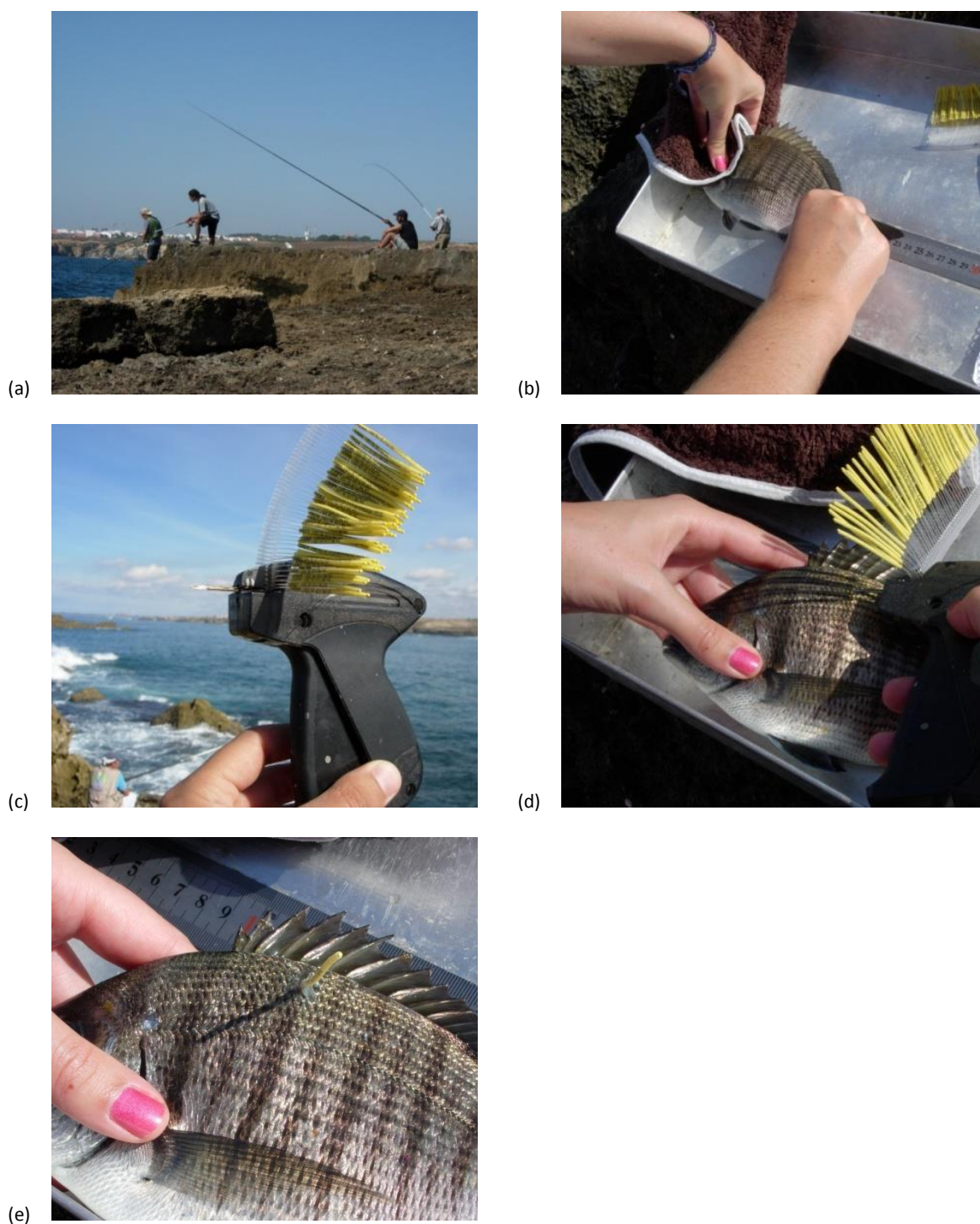
Sala, E. & Ballesteros, E., 1997. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 152, pp.273-83.

Sale, P.F., Cowen, R.K., Danilowicz, B.S., Jones, G.P., Kritzer, J.P., Lindeman, K.C., Planes, S., Polunin, N.V.C., Russ, G.R., Sadovy, Y.J. and Steneck, R.S., 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 20(2), pp.74-80.

- Santos, M.N., Lino, P.G., Pousão-Ferreira, P. & Monteiro, C.C., 2006. Preliminary results of hatchery-reared seabreams released at artificial reefs off the Algarve coast (Southern Portugal) : A Pilot Study. *Bulletin of Marine Science*, 78(1), pp.177-84.
- Seaman, D.E. & Powell, R.A., 1996. An Evaluation of the Accuracy of Kernel Density Estimators for Home Range Analysis. *Ecology*, 77(7), pp.2075-85.
- Silverman, B.W., 1986. Density estimation for Statistics and Data Analyses. In *Monographs on Statistics and Applied Probability*. London: Chapman & Hall. p.22.
- Sousa, P., Azevedo, M. & Gomes, M.C., 2005. Demersal assemblages off Portugal: Mapping, seasonal, and temporal patterns. *Fisheries Research*, 75, p.120–137.
- Sousa, F. & Bricaud, A., 1992. Satellite-derived phytoplankton pigment structures in the portuguese upwelling area. *Journal of Geophysical Research*, 97, pp.343-56.
- Taieb, H.A., Ghorbel, M., Hamida, N.B.H. & Jarboui, O., 2012. Reproductive biology of *Diplodus vulgaris* (Teleostei, Sparidae) in the southern Tunisian waters (Central Mediterranean). *Acta Adriatica*, 53(3), pp.437-46.
- Topping, D.T., Lowe, C.G. & Caselle, J.E., 2005. Home range and habitat utilization of adult California sheephead, *Semicossyphus pulcher* (Labridae), in a temperate no-take marine reserve. *Marine Biology*, 147, p.301–311.
- Topping, D.T. & Szedlmayer, S.T., 2011. Home range and movement patterns of red snapper (*Lutjanus campechanus*) on artificial reefs. *Fisheries Research*, 112, p.77– 84.
- Vigliola, L., Harmelin-Vivien, M.L., Biaigi, F., Galzin, R., Garcia-Rubies, A., Harmelin, J.G., Jouveneile, J.Y., Le Direach-Boursier, L., Mcpherson, E. and Tunesi, L. , 1998. Spatial and temporal patterns of settlement among sparid fishes of the genus *Diplodus* in the northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 168, pp.45-56.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. & Melillo, J.M., 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, 277, pp.494-99.
- Welsh, J.Q., Fox, R.J., Webber, D.M. & Bellwood, D.R., 2012. Performance of remote acoustic receivers within a coral reef habitat: implications for array design. *Coral Reefs*, 31, pp.693-702.
- Winter, J.D., 1983. Underwater Biotelemetry. In L.A. Nielsen & D.L. Johnson, eds. *Fisheries techniques*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. p.371–395.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J. and Watson, R., 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314, pp.787-90.
- Worton, B.T., 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, 70(1), pp.164-68.

## 7. Apêndices

### Apêndice I. Procedimento Experimental da Marcação Convencional



**Figura I.1** Procedimento experimental de marcação com *T-bar* (a) captura dos exemplares (b) medição do comprimento total do indivíduo (c) pormenor da pistola de marcação (d) inserção da etiqueta na base da barbatana dorsal entre os pterigióforos (e) exemplar marcado.





## Apêndice II. Procedimento Experimental da Marcação com Transmissores Acústicos



Figura II. 1 Procedimento de marcação com os transmissores (a) anestesia (b) incisão (c) e (d) introdução do transmissor (e) sutura (f) aplicação do Betadine® (g) período de recuperação (h) libertação do exemplar.  
(*Continua*)

Figura II.1 *Continuação.*



(g)

(h)





### Apêndice III. Recapturas



Figura III. 1 Indivíduo recapturado com etiqueta colonizada por algas.



Figura III. 2 Indivíduo capturado em Outubro de 2013 com cicatriz abaixo da barbatana dorsal, possivelmente causada pela marcação e posterior perda da marca.